

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

**PLANO AMBIENTAL E DE RECUPERAÇÃO
PAISAGÍSTICA DE UM CAMPO DE
EXPLORAÇÃO DE UMA CONCESSÃO MINEIRA
DE CAULINO**

SANDRA CRISTINA NEVES FERNANDES

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Presidente do Júri: Manuel Fernando Ribeiro Pereira
(Professor associado – FEUP)

Orientador na empresa: **José António Simões Cortez**

(Professor Catedrático aposentado – FEUP e diretor técnico do grupo MIBAL)

Orientador académico: **Maria Cristina da Costa Vila**

(Professora Auxiliar - FEUP)

JUNHO DE 2015

Resumo

A indústria extrativa obtém matéria-prima diretamente da natureza, que é posteriormente utilizada por outras indústrias. A indústria extrativa trabalha os recursos minerais, que são fundamentais para a manutenção e desenvolvimento dos padrões de vida atuais. Os recursos minerais podem ser: metálicos, energéticos ou não-metálicos.

O presente trabalho incide sobre o campo de exploração Gandra 3, constituinte da concessão mineira C-105 - Gandra, que extrai “caulino bruto”, posteriormente tratado na instalação de tratamento, situada na concessão C-54 - Quinta da Antónia, de onde saem os produtos prontos a serem comercializados: caulino e areias. O caulino é um mineral não-metálico de cor branca, quimicamente inerte, não abrasivo e com baixa condutividade de calor e eletricidade, tendo por isso grande importância comercial. Portugal apresenta valores relativamente elevados de recursos de caulino. As suas principais aplicações são nos setores do papel, cerâmica, borracha e agroquímico.

O principal instrumento regulador da atividade de exploração mineira é a denominada “Lei de Minas”, Decreto-Lei n.º 90/90 de 16 de março e legislação complementar. Existem ainda outros aspetos, do âmbito ambiental, relevantes nos projetos mineiros que são tratados em legislação separada. Contudo, apesar da legislação existente, a indústria extrativa é sempre passível de provocar impactos ambientais, que incidem sobre diversas componentes: atmosfera; ruído e vibrações; solo; águas; fauna e flora; social, económico e cultural; ordenamento do território e tráfego; e paisagem. Os impactos negativos devem ser, logo à partida, minimizados através da implementação de medidas mitigadoras.

Com o desenvolvimento da consciencialização ambiental, as empresas mineiras passaram a utilizar ferramentas para controlo do setor ambiental, nomeadamente o Plano de Recuperação Paisagística, que visa à recuperação da zona objeto de exploração. Este plano propõe três alternativas de recuperação do local: reconversão, no sentido da utilização do espaço para um fim diferente daquele que tinha inicialmente, através da criação de uma zona de lazer; utilização do local para agricultura, o que corresponde a uma reabilitação, pois verifica-se a mudança paisagística, sendo o espaço utilizado para criação de um ecossistema alternativo; ou uma restauração, isto é, devolução à natureza de um ambiente o mais parecido possível com o existente antes da exploração, através da reflorestação do local.

Abstract

The mine industry obtains its raw material from nature and use its products in much other industries. The exploitation of the mineral resources are a part of mine industry and they are fundamental to maintain and develop the actual life standards. Minerals can be: metallic, energetic or non-metallic.

This work leads with the exploration field Gandra 3, in the concession C-105, Gandra. There is extracted “raw kaolin”, which is treated later on the treatment plant, in the Concession C-54 - Quinta da Antónia. From the treatment plant, there are obtained products prepared to be commercialized: kaolin and sands. Kaolin is a non-metallic mineral, white coloured, chemically inactive, nonabrasive with low conductivity of heat and electricity, these characteristics give it a high commercial value. Portugal has good resources of kaolin, which is mostly applied in paper, ceramics, rubber and agrochemical industries.

The main regulator instrument of the mine industry is the Law-Decree n. ° 90/90, from 16th march. Besides, there are other relevant legislation that deals with environmental problems created by the execution of mine projects. Although the legislation, mine industry always creates environmental impacts that affect the environment: atmosphere; noise and vibrations; soil; water; fauna and flora; social, economic and cultural elements; territory planning and traffic; and landscape. So, the negative impacts must be minimized right away though the implementation of mitigation measures.

With the development of environmental awareness, most companies began to employ tools to have more control over the environmental sector, namely the Environmental Impact Evaluation, whose Landscape Recover Plan is part of. It aims to recover the land where the exploitation occurred. In this work are given three recover options: reconvert the place using the space for different purposes, construction of a leisure zone; utilization of the place to agriculture, which means a rehabilitation, authenticating the landscape change by the implementation of an alternative ecosystem; or restoration, meaning to return to the most alike environment as possible from the one it had before the exploration mining, the reforestation.

Agradecimentos

Ao Eng.º. Simões Cortez, pela disponibilidade em ajudar, pela sua boa disposição e, acima de tudo, pelos conhecimentos transmitidos.

À professora Cristina Vila, pela ajuda prestada, disponibilidade e orientação ao longo da elaboração deste trabalho.

Um sentido agradecimento à Eng^a. Vanessa, a sua presença e apoio foram essenciais ao longo destes meses. Agradeço a sua disponibilidade, orientação e motivação, que foram, sem dúvida, fundamentais para a realização desta dissertação e que me permitiram aprender imenso.

A toda a equipa da MIBAL pela disponibilidade em ajudar, pela informação fornecida, pela simpatia e pela oportunidade de conseguir observar de perto o mundo do trabalho.

Agradeço, não só por estes meses, mas, no fundo, por todo este percurso académico, a todos os meus amigos, pelo seu apoio constante, pelo seu interesse e preocupação e pelo seu companheirismo, sem o qual este percurso teria sido muito mais árduo.

A toda a minha família (incluindo os meus bichos!) pela constante preocupação e interesse pela minha vida académica e por estarem sempre do meu lado.

Por fim, o meu mais sentido agradecimento, vai sem dúvida para os meus pais, que são a razão de tudo isto ser possível e são o meu maior porto de abrigo e o meu maior apoio.

Índice

Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1 Apresentação do tema	1
1.2 Objetivos e justificação	2
1.3 Organização do trabalho	3
Capítulo 2	4
Estado da arte	4
2.1 A indústria extrativa	4
2.2 Enquadramento geológico	6
2.2.1 O caulino	7
2.3 Consciencialização ambiental na indústria extrativa	9
2.4 Enquadramento legislativo	12
Capítulo 3	18
Descrição do projeto	18
3.1 Caracterização da empresa	18
3.2 Caracterização da exploração mineira	19
3.2.1 Caracterização do solo	22
3.2.2 Caracterização geológica do depósito mineral	23
3.2.3 Reservas	26
3.2.4 Método de exploração	26
3.2.5 Fases de exploração	26
3.3 Anexo mineiro	27
3.3.1 Instalação de tratamento	27

3.3.2 Infraestruturas e estruturas de apoio	32
3.4 Produtos comerciais	33
3.5 Consumo energético	33
3.6 Gestão de resíduos.....	34
3.7 Gestão de água	35
3.8 Caracterização climática.....	36
Capítulo 4.....	38
Plano Ambiental.....	38
4.1 Impactes ambientais e medidas mitigadoras	38
4.1.1 Atmosfera	39
4.1.2 Ruído e vibrações.....	41
4.1.3 Solo	43
4.1.4 Água	44
❖ Água superficial	45
❖ Água subterrânea	45
4.1.5 Fauna e flora.....	47
4.1.6 Social, económico e cultural	48
4.1.7 Ordenamento do território e tráfego.....	50
❖ Ordenamento do território.....	50
❖ Tráfego	50
4.1.8 Paisagem.....	51
Capítulo 5.....	53
Plano de recuperação paisagística	53
5.1 Etapas de recuperação	55
5.1.1 Modelação	55

5.1.2 Revestimento.....	56
❖ Hipótese A	56
❖ Hipótese B	59
❖ Hipótese C	61
5.2 Custos da recuperação	62
❖ Hipótese A	62
❖ Hipótese B	63
❖ Hipótese C	63
❖ Sumário	64
Capítulo 6.....	65
Considerações finais	65
Referências	67
Anexos	70
Anexo I – Carta de ocorrências mineiras em Portugal.	70
Anexo II – Planta topográfica da concessão C-105 e respetivos campos de exploração..	71
Anexo III – Carta dos solos.	72
Anexo IV – Ficha Técnica do caulino MIBAL.....	73

Índice de figuras

Figura 1 – Caulino bruto	7
Figura 2 - Caulino lavado.....	7
Figura 3 – Depósitos de caulino em Portugal Continental	8
Figura 4 – Planta topográfica da concessão mineira de caulino C-105 e respetivos campos de exploração.....	19
Figura 5 – Campo de exploração Gandra 1 (recuperado).	20
Figura 6 – Campo de exploração Gandra 2 (em exploração).	20
Figura 7 - Campo de exploração Gandra 3	21
Figura 8 - Localização da concessão mineira no Google Earth (imagem de 2013).....	21
Figura 9 – Extrato da carta dos solos (adaptado).	22
Figura 10 – pH dos solos em Portugal.....	23
Figura 11 – Extrato da carta geológica 5-C.	24
Figura 12 – Formações geológicas na frente de desmonte.	25
Figura 13 – Vista geral da instalação de tratamento.....	28
Figura 14 – <i>Trommel</i>	28
Figura 15 – Tapete transportador.	28
Figura 16 – Tolva.....	28
Figura 17 – Esquematização do circuito principal da instalação de tratamento.....	29
Figura 18 – Esquematização do circuito de produtos siliciosos.....	30
Figura 19 – Esquematização do circuito caulino.....	31
Figura 20 – Área a céu aberto.	32
Figura 21 – Parte de área coberta.	32
Figura 22 – Edifício administrativo: escritórios e laboratório.....	32
Figura 23 – Posto de abastecimento.	34

Figura 24 – Armazenamento de combustível.	34
Figura 25 – Lagoa formada na Quinta da Antónia.	35
Figura 26 – Zona recuperada na Quinta da Antónia.	36
Figura 27 – Classificação climática de Portugal segundo Köppen.	37
Figura 28 – Temperatura média anual.	37
Figura 29 – Precipitação anual acumulada.	37
Figura 30 – Pavimento regado na instalação de tratamento da Quinta da Antónia.	40
Figura 31 – Camião com carga coberta à saída da exploração.	40
Figura 32 – Cortinas arbóreas no Campo de Exploração Gandra 3.	42
Figura 33 – Exemplos de equipamentos utilizados.	42
Figura 34 – Solo removido do Campo de Exploração Gandra 3 armazenado em pilha no Campo de Exploração Gandra 1.	44
Figura 35 – Balança para controlo de carga na instalação de tratamento da Quinta da Antónia.	51
Figura 36 – Esquema dos tipos de intervenção na recuperação de minas e pedreiras em corta a céu aberto.	54
Figura 37 – Campo de minigolfe integrado na paisagem em West Nyack, Nova York.	57
Figura 38 – Citygolf, Porto. (resultado da recuperação do jazigo de caulino da Senhora da Hora).	588
Figura 39 – Campo de minigolfe em Southeast Michigan.	58
Figura 40 - Projeto de “David Theming Works” para campo de minigolfe.	58
Figura 41 – Campo de exploração recuperado no sentido de aproveitamento agrícola.	59
Figura 42 – Recuperação ambiental de antigos areeiros para agricultura - Algarve.	61
Figura 43 – Processo de recuperação de exploração mineira.	62

Capítulo 1

Introdução

1.1 Apresentação do tema

O presente trabalho foi elaborado no âmbito da unidade curricular Dissertação do Mestrado em Ambiente Empresarial, realizado no setor de exploração mineira, na empresa MIBAL – Minas de Barqueiros, S.A., com sede em Esposende. O trabalho decorreu nas instalações do Diretor Técnico da Empresa, em S. Mamede de Infesta, de Fevereiro a Julho de 2015, sob orientação, por parte da faculdade, da Professora Maria Cristina da Costa Vila (professora na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto) e, por parte da empresa, do Engenheiro José António Simões Cortez (professor catedrático aposentado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e diretor técnico do grupo MIBAL).

A MIBAL é uma empresa da área da indústria extrativa que explora vários depósitos minerais de caulino, de que é concessionária, produzindo caulino, areia siliciosa, seixo branco quartzítico para decoração e britas para construção civil e obras públicas e estações de tratamento de água.

Podemos definir uma indústria como qualquer atividade humana que, com auxílio de trabalho, converte matéria-prima em produtos que serão posteriormente consumidos por pessoas ou por outras indústrias. Encontra-se subdividida em indústria extrativa (ou de exploração) e indústria de transformação.

A indústria extrativa, sobre a qual residirá o foco deste trabalho, é um tipo de indústria que permite a obtenção de produtos no seu estado natural, os quais servirão de matéria-prima e serão posteriormente utilizados por outras indústrias.

A quantidade de explorações deste tipo em Portugal é relativamente reduzida, sendo que a maioria das empresas que atuam neste setor são empresas de pequena ou média dimensão, o que se deve principalmente aos elevados custos que este tipo de operações geralmente acarretam.

Apesar da atividade extrativa já existir há séculos e ser considerada uma das atividades básicas pelo ser humano, ainda existe uma certa suspeita por parte das populações, que receiam os seus efeitos. Apesar de não ser possível evitar certos danos, a indústria extrativa tem vindo a procurar reduzir ao máximo o seu impacto no ambiente e os incómodos daí resultantes.

As atividades extrativas encontram-se bastante limitadas, dependendo fundamentalmente da geologia e localização específica dos jazigos minerais. Não existe como contornar esta situação, uma vez que estes recursos são fundamentais para a nossa sociedade. Neste sentido, o explorador é obrigado a trabalhar as matérias-primas minerais em condições que não seriam as ideais. Isto leva a que a indústria extrativa trabalhe sob regras e diretivas bastante restritas, implementando cada vez mais normas relativas à proteção dos seus trabalhadores, ao respeito pelo bem-estar das populações locais e pelo meio ambiente e à recuperação dos locais afetados pela extração. Estas medidas incluem a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), as licenças de exploração, os planos de recuperação, investimentos em equipamentos mais avançados, cumprimento de valores limites para emissão de ruído e poeiras, entre outras.

1.2 Objetivos e justificação

Podemos subdividir este trabalho em duas componentes principais:

- Identificação dos principais impactes negativos da exploração e sugestão de medidas de mitigação dos mesmos;
- Elaboração de um Plano de Recuperação Paisagística.

Este trabalho será elaborado focando-se diretamente no caso específico de uma exploração mineira de caulino concessionada à empresa MIBAL – Minas de Barqueiros, S.A.

A indústria extrativa, apesar de não ser das mais poluentes, apresenta impactes negativos, mas também alguns positivos, de elevada importância, que necessitam de ser analisados e avaliados por forma a mitigar os primeiros e a realçar os segundos. Ao longo deste trabalho, será dado mais ênfase aos impactes negativos, através da descrição de alguns exemplos de mitigação dos impactes na indústria extrativa.

A outra componente deste trabalho será a elaboração de um Plano de Recuperação Paisagística. A recuperação paisagística é um processo que visa a restauração, reabilitação ou reconversão de uma área degradada, com vista a restabelecer ou criar condições que valorizem o espaço em

termos ecológicos, produtivos e estéticos, integrando-o ambientalmente e paisagisticamente na envolvente. Em todos os casos, o objetivo final reside na minimização dos impactes ambientais motivados pelo fator que originou a degradação.

1.3 Organização do trabalho

O presente trabalho inicia-se com o estado de arte, contemplando uma introdução teórica à indústria extrativa, uma contextualização geológica do caulino, um breve apanhado sobre a temática da consciencialização por parte das empresas para com o meio ambiente e um enquadramento legislativo desta mesma indústria. Este capítulo procura integrar o trabalho numa visão mais geral.

Passa-se, então, do mais geral para o mais específico. Encontra-se, no capítulo seguinte, a descrição do projeto, que insere uma breve descrição da empresa onde decorreu o trabalho, bem como da própria exploração sobre a qual incidiu o seu foco. São também descritas as várias componentes integradas na exploração e no tratamento do produto bruto.

Posteriormente, apresenta-se o capítulo relativo ao plano ambiental. Aqui, encontram-se discriminadas as várias componentes ambientais sobre as quais a exploração mineira e o posterior tratamento de matéria-prima exerce impactes. No que diz respeito aos impactes negativos, sumarizam-se as possíveis medidas mitigadoras a implementar.

Por fim, encontra-se o plano de recuperação paisagística. Neste capítulo são propostas várias alternativas para o futuro uso do terreno após o término da exploração mineira. São apresentadas as várias etapas a cumprir para cada uma das alternativas.

Capítulo 2

Estado da arte

2.1 A indústria extrativa

É indiscutível que o solo constitui uma dimensão fundamental para o funcionamento e equilíbrio do planeta, o próprio progresso da sociedade humana depende dos seus espaços e recursos, essenciais para o desenvolvimento urbano, ordenamento do território, gestão dos resíduos e transportes e, ainda, a escolhas estratégicas, como o armazenamento e proteção (1).

A indústria extrativa tem como base a obtenção de matéria-prima diretamente da natureza, que será posteriormente utilizada por outras indústrias. Sob o ponto de vista do seu enquadramento legal, consideram-se como recursos geológicos, que se integram no domínio público do Estado, os depósitos minerais, que compreendem os minérios metálicos e alguns não-metálicos mais valorizados, os recursos hidrominerais, que abrangem as águas minerais naturais e as águas minero-industriais, e os recursos geotérmicos, fluidos e formações geológicas que se encontram a temperatura elevada e cujo valor pode ser aproveitado. Os recursos geológicos que não se integram no domínio público do Estado são as massas minerais como pedreiras, barreiros, saibreiras, etc., e as águas de nascente, águas naturais próprias para beber que não se integram nos recursos hidrominerais (2).

O caso em estudo foca-se no setor mineiro. Os minerais encontram-se presentes na sociedade em que vivemos e são fundamentais para a manutenção e desenvolvimento dos padrões de vida atuais. Identificam-se duas funções básicas dos recursos minerais: função-fonte, que corresponde ao fornecimento de matérias-primas para produção de bens e serviços; e função-sumidouro, como meio recetor de resíduos, por assimilação ou acumulação, provenientes da produção e consumo. Estas duas funções podem ser fundidas num mesmo conceito, designando-se qualquer porção de solo ou subsolo com uma destas funções por “georrecurso” (1). A economia tradicional trata somente a função-fonte, sendo os seus produtos colocados no mercado a preços que refletem unicamente os custos da sua produção. Os georrecurso que desempenham funções de sumidouro assumem geralmente as características de bens de acesso livre, sendo o seu custo uma externalidade ausente ou insuficientemente englobada no preço de bens e serviços. Nesta base,

o preço de bens e serviços prestados pelos georrecursos podem não refletir adequadamente o seu custo total (1).

Mesmo com a existência de legislação e normas ambientais que regulamentam e controlam a realização de atividades mineiras, as áreas exploradas acabam sempre por sofrer alterações, por vezes irreversíveis, quer no relevo do terreno, quer na sua cobertura vegetal. Daqui surge a perspectiva de responsabilidade para com o meio ambiente dentro do setor mineiro. Esta nova consciencialização faz com que as empresas desta indústria assumam as suas responsabilidades, ao mesmo tempo que contribuem para a garantia da sustentabilidade de vida no planeta, apresentando-se à sociedade com o diferencial de serem empresas ambientalmente corretas (3).

De um ponto de vista mundial, a indústria extrativa tem vindo a sofrer ao longo dos últimos anos profundas alterações nas suas características, das quais se pode realçar a abertura de novos espaços a prospeção e exploração mineira, consequência do processo de globalização, a entrada em produção de novos jazigos de classe mundial, de baixos custos de produção, e a deslocação generalizada da produção de minérios para novos países, consequência da dificuldade de integração nos processos de produção das exigências ambientais nos países mais desenvolvidos (1).

A evolução da indústria em Portugal teria que acompanhar estas tendências, dada a sua integração europeia e a evolução do seu modelo económico. Contudo, esta evolução é sempre condicionada pela natureza dos recursos minerais que ocorrem no território e pela capacidade tecnológica para acrescentar valor às matérias-primas. Assim, o perfil de produção de Portugal acabou por ser o resultado conjugado da base de recursos disponíveis e da debilidade tecnológica do país neste domínio, resulta na baixa produção de matérias-primas de elevado valor acrescentado, característica de países tecnologicamente evoluídos. Contudo, esta circunstância não impede que as matérias-primas não metálicas não tenham um importante contributo para a indústria nacional e para a sua competitividade (1).

Relativamente ao impacto económico desta indústria, podemos destacar a vasta quantidade de atividades em que intervém o seu ciclo de produção, que geram consumo de bens e serviços a outros setores. Também do ponto de vista social, salienta-se a capacidade de criação de novos trabalhos em termos de mão-de-obra e de criação de novos centros urbanos (3). Outro ponto positivo do investimento mineiro é o facto de que, regra geral, surge em zonas do Interior do País, longe das grandes cidades do litoral. Ou seja, são projetos que, pela sua natureza, acabam por

ajudar a aniquilar algumas assimetrias entre o Interior e o Litoral (4). Além de tudo isto, proporciona ainda a substituição de importações e o aumento de exportações, revelando-se por vezes, um dos principais motores para o aparecimento e desenvolvimento de indústrias transformadoras, o que pode contribuir significativamente para o aumento da produtividade e competitividade do país (5).

O crescimento económico intenso de algumas economias emergentes faz com que a procura de matérias-primas minerais e o preço das mesmas nos mercados internacionais aumente. Ganha quem produz e lucra ainda mais quem transforma os minérios em bens transacionáveis (4). Consoante os mercados consumidores a que se destinam, as matérias-primas produzidas em Portugal, podem-se enquadrar nas seguintes atividades: Indústria da Construção Civil e Obras Públicas; Indústria Metalúrgica; Indústria Transformadora; Indústrias do Engarrafamento e Lazer; Produção de Energia (5).

Nas últimas décadas, devido à evolução da atividade económica ligada ao aproveitamento dos recursos, o conceito de indústria extrativa foi alargado a novos domínios de atividade económica que aproveitam este tipo de recursos, passando a ser incluídos na indústria extrativa as águas minerais e de nascente, a geotermia, a mineração inversa (i.e. retorno a condições estáveis de substâncias tóxicas ou ecologicamente perigosas em depósitos no subsolo), recursos minerais marinhos e armazenamento de CO₂ (1).

A tecnologia e as técnicas de exploração evoluíram muito nas últimas décadas e continuam a evoluir, em parte devido às exigências impostas pela consciencialização de que os recursos não são renováveis, ou seja, um dia esgotar-se-ão (4).

2.2 Enquadramento geológico

Os recursos minerais, sob o ponto de vista da sua aplicação, subdividem-se em três grupos principais: metálicos, de onde é possível extrair metais; energéticos, que podem fornecer energia; e não-metálicos, que não contêm metais na sua composição, mas podem ser aplicados na indústria (2).

No que diz respeito aos recursos minerais não-metálicos, em Portugal, é possível encontrar Caulino, Asbesto, Feldspato, Quartzo, Talco, Diatomito, Fosfato, Grafite, Sal-gema, Barite, Areias e Argilas, entre outros menores. A sua distribuição pode ser observada na Carta de ocorrências mineiras em Portugal, apresentada no Anexo I.

Este trabalho tem por alvo o estudo de uma exploração de caulino, pelo que daqui em diante será dado o foco a este recurso mineral em especial.

2.2.1 O caulino

O caulino apresenta cor branca ou quase branca, é quimicamente inerte num intervalo alargado de pH, não é abrasivo e possui baixa condutividade de calor e eletricidade (6).

Em geral, designa-se por caulino quer o material bruto, quer o produto lavado (7). Um caulino



Figura 1 – Caulino bruto.

bruto (Figura 1) é uma rocha argilosa cujo mineral essencial é a caulinite, seguindo-se como constituintes acessórios o quartzo e o feldspato (7). A caulinite tem fórmula estrutural $\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, o que a torna resistente ao ataque químico da maioria dos líquidos corrosivos, comportando-se como inerte em muitos meios agressivos, o que é um fator de grande importância em termos industriais (6).

Do caulino bruto, é possível obter uma substância mineral útil: o caulino lavado (Figura 2), cuja composição teórica tende para o limite da composição da caulinite. O caulino lavado não é uma unidade mineralógica com composição definida, é frequente cada unidade industrial estabelecer as características adequadas ao caulino que utiliza (7).



Figura 2 - Caulino lavado.

O caulino bruto pode ser residual (primário) ou sedimentar (secundário). Os caulinos residuais são divididos essencialmente em hidrotermais e de meteorização, originados geralmente em rochas ígneas ácidas ou intermédias granulares, ricas em feldspato e pobres em ferro, como granitos, sienitos, pórfiros, gnaisses e diques pegmatíticos. O caulino sedimentar, por sua vez, é aquele que é removido do seu local de formação e é transportado pelos agentes de geodinâmica externa (nomeadamente água e ar), sendo depositado em lagos, pântanos ou no mar (6). Os caulinos sedimentares, em comparação com os residuais, possuem mais defeitos estruturais, maior contaminação em ferro e menor grau de brancura (8). Existem características associadas à natureza geológica e às condições de formação dos minerais que o tratamento, por si só, não pode fornecer aos caulinos tratados, como a cor “em cozido”, a dureza, o comportamento reológico

e a plasticidade. Contudo, outras características como o resíduo, granulometria, abrasividade, pH e, em certos casos, a cor “em cru”, podem ser substancialmente modificadas por processos de tratamento (7).

Apesar do caulino ser uma das matérias-primas mais abundantes que ocorrem por toda a crosta terrestre, é difícil reunir as condições ideais para a sua exploração: elevada proporção de caulinite; propriedades físicas e químicas adequadas; dimensão e localização que permitam extração e tratamento economicamente viáveis (9). As reservas mundiais de caulino representam cerca de 14,2 mil milhões de toneladas e concentram-se maioritariamente nos EUA e Brasil. Este valor elevado representa um tempo médio de vida do recurso que dará até 500 anos, o que aliado ao facto de nem todas as reservas mundiais serem conhecidas na sua totalidade, se traduz por uma visão do produto como “ilimitado” (10).

Portugal possui valores relativamente elevados de reservas de caulino (Figura 3). Contudo, a sua qualidade é mediana quando comparada com os caulinos de outros países, como Brasil, EUA ou Reino Unido. O posicionamento e adaptação que o caulino tem tido nos últimos anos têm conduzido na direção da indústria cerâmica que, no fundo, é a aplicação tradicional. Em Portugal mais de 90% do caulino produzido é consumido neste setor, cuja exigência de qualidade é inferior à da indústria do papel (6).



Figura 3 – Depósitos de caulino em Portugal Continental

Salientam-se, como principais aplicações dos caulinos, os setores do papel e da cerâmica. Na indústria do papel, o caulino é aplicado como carga e/ou pigmento de revestimento, a fim de substituir materiais de base mais onerosos e baixar o custo dos produtos sem diminuir a sua qualidade (6) (9). Na cerâmica, o caulino intervém como matéria-prima. Algumas das características da caulinite, como plasticidade, resistência mecânica em verde, em seco e em cozido, cor após cozedura, refrataridade e moldabilidade, são muito importantes para aplicações na cerâmica (6).

Seguem-se os setores das tintas, plásticos e borrachas. Nas tintas à base de água, o caulino é utilizado como extensor ou substituto do dióxido de titânio. Nos plásticos, é usado como carga funcional. Na borracha, é empregue como carga ou extensor, sendo para o efeito incorporado nas misturas com látex, com a finalidade de melhorar a resistência mecânica, resistência à abrasão e rigidez da borracha, contribuindo ainda para a diminuição dos custos dos produtos acabados à base da borracha (6).

O caulino é também usado nas indústrias cosmética, como suporte e absorvente, e farmacêutica. Têm vindo ainda a surgir novas tendências que conduzem para outros nichos de mercado, como a agricultura, onde é aplicado como substituto de pesticidas, promovendo a agricultura biológica e catalisadores para indústria automóvel, onde se usa o caulino nos escapes, modificando a composição dos gases à custa da aceleração de reações químicas, o que provoca uma diminuição da poluição (6) (10).

O mercado do caulino tem sofrido um redimensionamento e readaptação (8). Estamos perante mercados altamente competitivos em termos tecnológicos e onde o número de minerais industriais alternativos ao caulino é muito grande (10). Podemos destacar três principais ameaças ao mercado do caulino:

- Reversão da indústria do papel: a reversão das papeleiras para o uso de máquinas de revestimento que trabalham a elevadas velocidades, requerendo um caulino com características reológicas muito especiais, o que onera os produtos;
- Questões ambientais: pode não ser possível a prospeção de novas ocorrências, mesmo em formações geológicas potencialmente abundantes em caulino, devido a possíveis adversidades a nível ambiental;
- Necessidade de importação de caulino de elevado grau de qualidade: apesar do esgotamento do caulino em Portugal ser um assunto remoto, os depósitos possuem, em geral, uma qualidade insuficiente para aplicações em setores de maior exigência tecnológica, o que leva à necessidade de importação (8).

2.3 Consciencialização ambiental na indústria extrativa

A consciencialização de que o desenvolvimento da nossa civilização tem implicações graves para o ambiente surgiu somente muitos anos após a Revolução Industrial, no começo da década de 60, como uma das consequências concebidas pelo desenvolvimento da expansão da sociedade industrial (11) (12). Começou a surgir uma consciencialização de que a contínua aceleração do

desenvolvimento industrial implicava uma degradação do meio ambiente. Assim, no decorrer da década de 60 e nas décadas que se seguiram, assistiu-se a um aumento crescente e generalizado da importância dos problemas ambientais na sociedade (12), vindo a tornar-se objeto de cimeira internacional na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, decorrida em Estocolmo em junho de 1972. Este foi um marco importante na medida em que, pela primeira vez, os problemas ambientais assumiram uma perspetiva global e foram discutidos por um painel intergovernamental reunido com a finalidade de tomar medidas para mitigar os efeitos adversos da atividade do Homem sobre os recursos naturais (3).

Da Cimeira de Estocolmo surgiu o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em dezembro de 1972, cuja finalidade seria coordenar as políticas ambientais a nível internacional, sendo que o seu maior contributo residiu no facto de ter introduzido no espaço público o debate sobre questões relacionadas com o ambiente e a chamada de atenção à importância que estas assumem (11). Foi na década de 80 que o rigor da legislação específica passou a controlar as instalações industriais, a emissão de poluentes no ar e a geração de resíduos perigosos, que passaram a ocupar um lugar de destaque nas discussões mundiais (3).

Em 1992, vinte anos após a primeira conferência sobre o meio ambiente, realizou-se, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), que demonstrou, sobretudo, que a questão ambiental ultrapassa os limites das ações isoladas e localizadas e constitui uma preocupação global (3).

A indústria extrativa não foi exceção a este desenvolvimento de consciencialização para com o meio ambiente. No nosso dia-a-dia vivemos dependentes do setor extrativo, contudo, e apesar de todos os avanços a nível de consciencialização ambiental, a indústria mineira continua a ter uma imagem negativa junto da sociedade no geral, o que impulsiona uma necessidade ainda maior de que as empresas desta indústria insiram na sua gestão os aspetos ambientais.

São exemplos de ferramentas que as empresas têm vindo a utilizar para promover a integração da componente ambiental no seu funcionamento (3):

- Sistemas de Gestão Ambiental – Estrutura organizacional que permite à empresa avaliar e controlar os impactes ambientais das suas atividades, produtos ou serviços;
- Produção mais limpa – Ação preventiva, que visa evitar ou diminuir a formação de resíduos durante o processo produtivo;

- Ecoeficiência – Ferramenta preventiva em que o processo para produção é permanentemente monitorizado e são identificadas todas as fontes de uso de água, energia e materiais, que poderão estar a carregar desperdícios ocultos;
- Responsabilidade Social Corporativa – Reside na atitude e comportamento da organização face às exigências sociais. Depois de cumpridas as prescrições de leis e de contratos, consiste numa resposta da organização para com as necessidades da sociedade;
- Avaliação de Impactes Ambientais – conjunto de processos cujo objetivo é assegurar uma adequada consideração dos fatores ambientais e sociais nos processos de tomada da decisão de empreendimentos de desenvolvimento.

A consciencialização crescente da população faz com que surja cada vez mais interesse em preservar o meio ambiente e que a opinião pública se encontre cada vez mais rígida em relação ao meio empresarial, esperando que este desenvolva as suas atividades de forma mais racional.

Sempre que um projeto mineiro está inserido numa dada região, é provocado nesta região um determinado impacte, cujos efeitos resultam em benefícios ou prejuízos em fatores de várias ordens: sociais, económicos, culturais, ecológicos ou ambientais. Os impactes negativos são suscetíveis de medidas preventivas ou minimizadoras, com vista à atenuação do valor absoluto do impacte e, porventura, à sua anulação (12).

Apresentam-se, de seguida, alguns exemplos do que pode ser considerado como sendo um impacte significativo ocasionado por um projeto mineiro (4):

- Violação de padrões de qualidade do ambiente estabelecidos pelo Governo;
- Criação de conflitos com Planos Regionais de Ordenamento, Planos Diretores e Zonas de Reserva específicas;
- Substanciais efeitos estéticos negativos na paisagem;
- Degradação da água para consumo público, superficial ou subterrânea;
- Interferência com recarga de aquíferos;
- Provocação de erosão de solo;
- Criação de riscos para a saúde pública.

Estes fatores representam apenas alguns exemplos de impactes que devem ser estudados e mencionados na realização de um Estudo de Impacte Ambiental, existindo ainda muitas outras implicações que podem requerer atenção.

2.4 Enquadramento legislativo

Na maioria das legislações ambientais, não se encontra especificada a natureza ambiental única e politicamente sensível da indústria mineira. Com vista a harmonizar as exigências entre as legislações mineiras e as ambientais, foram desenvolvidos, em vários países, regulamentos ambientais específicos para a indústria mineira (13).

A denominada “Lei de Minas”, Decreto-Lei 90/90 (*), é o principal instrumento regulador das atividades de exploração mineira e define os direitos e as obrigações das empresas concessionadas e das entidades governamentais. Para além desta lei, a maioria das legislações mineiras impõem outras leis relevantes, nomeadamente leis relativas ao setor ambiental (13).

O Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de março, ao estabelecer o regime jurídico a que fica sujeito o exercício das atividades de prospeção, pesquisa e exploração dos recursos geológicos, remete, no seu artigo 51.º, para legislação própria a fixação da disciplina específica aplicável a cada tipo de recurso. Nestes termos, o Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de março, aplica-se ao aproveitamento de depósitos minerais naturais e, segundo o seu artigo 27.º, os trabalhos de exploração devem ser conduzidos de acordo com um Plano de Mina previamente aprovado pela Direção Geral de Energia e Geologia, onde se inserem 4 componentes: Plano de Lavra, Plano de Segurança e Saúde, Plano de Gestão de Resíduos e Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística (PARP) (14) (15). O PARP é um documento técnico constituído pelas medidas ambientais e pela proposta de solução para o encerramento das áreas exploradas. Visa a construção de instalações o mais adaptadas possível à paisagem envolvente e, assim que finda a exploração, a reconstituição dos terrenos para utilização segundo as finalidades a que estavam adstritos antes do início da mesma, salvo se de outro modo tiver sido estabelecido em plano aprovado pelas entidades competentes.

Muitas das cláusulas ambientais contidas na legislação mineira sobrepõem-se à legislação ambiental, existindo, no entanto, uma tendência na maioria dos países de transporem para a legislação mineira as diretivas ambientais.

Por norma, quase todas as legislações mineiras requerem pelo menos um dos seguintes pontos:

- Estudo de Impacte Ambiental (EIA);
- Plano de Gestão Ambiental;
- Programa de Reabilitação;
- Fundo de reabilitação ou restauração;

- Por vezes também podem incluir um Plano de Encerramento e Planos de Contingência.

O Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, aprova o regime jurídico da Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) de projetos públicos e privados suscetíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente. Uma Avaliação de Impacte Ambiental consiste num processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos biofísicos, sociais e outros efeitos relevantes de propostas de desenvolvimento antes de decisões fundamentais serem tomadas e compromissos serem assumidos. Um Estudo de Impacte Ambiental é um documento resultante da Avaliação de Impacte Ambiental, onde se descrevem os trabalhos realizados e as conclusões obtidas (13).

Os Estudos de Impacte Ambiental foram introduzidos inicialmente nos EUA no início da década de 70, a sua utilização espalhou-se por todo o mundo e a metodologia foi sendo desenvolvida e adaptada a vários objetivos de tomada de decisões. Adaptou-se igualmente a várias escalas, sendo utilizada em projetos ou no desenvolvimento local, mas também em escalas regionais e por vezes nacionais ou globais. Nos anos 90 tornou-se relevante para qualquer empresa (13).

Podem ser elaborados para cumprir várias funções, nomeadamente:

- Desenvolvimento de um projeto – como forma de evitar problemas ambientais potenciais, utilizando o EIA o mais cedo possível no processo de evolução do projeto. É também uma maneira de evitar custos associados aos impactes. Os utilizadores são os decisores da companhia e os executores são a equipa de projeto ou consultores;
- Controlo da execução – nesta situação o EIA é uma ferramenta para as autoridades prevenirem impactes ambientais adversos que venham a ser gerados por novos projetos. Este tipo de EIA foi introduzido praticamente em todas as legislações;
- Plano de Desenvolvimento – ferramenta em que as autoridades de planeamento de recursos ou de gestão territorial possam gerir a construção de infraestruturas. Este estudo de impacte ambiental é muitas vezes denominado de Avaliação Estratégica Ambiental;
- Política de Desenvolvimento – avalia as consequências de uma política de desenvolvimento seguida por um governo.
- Os EIA podem ser também utilizados de forma interativa, isto é, para monitorizar o impacte de um projeto numa base periódica ao longo da sua vida.

Não existe uma metodologia obrigatória para um EIA, contudo, podemos distinguir o seguinte conjunto mínimo de etapas:

- Seleção de dados;
- Definição de âmbito;
- Elaboração do EIA;
- Revisão;
- Decisão;
- Pós-Avaliação.

Existem vários aspetos no âmbito ambiental que são relevantes para a gestão de um projeto mineiro e que devem ser considerados, o que é frequentemente feito em legislação separada. A indústria extrativa tem de obedecer a legislações específicas sobre diversas áreas ambientais, nomeadamente: Qualidade do ar, Resíduos industriais, Qualidade da água, Vibrações, Ruído, Ecologia e Património Arqueológico e Arquitetónico (16).

De seguida apresenta-se com mais detalhe as legislações especificadas para cada uma das áreas acima mencionadas.

❖ **Qualidade do Ar** – Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro, estabelece objetivos para a qualidade do ar tendo em conta as normas, orientações e programas da Organização Mundial de Saúde, destinados a preservar a qualidade do ar ambiente quando ela é boa e a melhorá-la nos outros casos. Sempre que os objetivos de qualidade do ar não forem atingidos, são tomadas medidas da responsabilidade de diversos agentes em função das suas competências, as quais podem estar integradas em planos de ação de curto prazo ou em planos de qualidade do ar, concretizados através de programas de execução (17).

A competência da aplicação deste diploma é da Direção Geral do Ambiente e a avaliação da qualidade do ar ambiente será feita por cada Direção Regional do Ambiente dentro da sua área de jurisdição. Com vista à saúde humana e ao ambiente são impostos valores limites de emissão (VLE) para cada uma das fontes de emissão, sendo que os operadores são obrigados a controlar as emissões sujeitas a VLE.

No âmbito da Avaliação de Impacte Ambiental, é pretendida uma caracterização da situação de referência relativa à qualidade do ar na zona envolvente e, particularmente, junto dos recetores sensíveis. O plano de monitorização permitirá aferir a eficácia das medidas previstas para

minimizar os impactos, traçando também novas medidas de atuação para uma correta gestão ambiental da área de implantação do projeto. Sempre que a avaliação efetuada no EIA apresente níveis de PM10 (partículas entre 2,5 e 10 µm de diâmetro) acima do Limiar Superior de Avaliação, ou que a mesma seja insuficiente para avaliação do risco de incumprimento dos valores-limite para esse poluente, deverá ser definido um Plano de Monitorização para a Qualidade do Ar, plano esse que deverá caracterizar o ano zero, isto é, antes do projeto ser executado, de forma a obter informação relativa à qualidade do ar determinada por outras fontes que não a do projeto em causa.

❖ **Resíduos Industriais** – Um dos pontos mais importantes no que diz respeito aos resíduos industriais foi a criação da Lista Europeia de Resíduos (LER), aprovada pela Portaria n.º 209/2004 de 3 de março. Esta lista atribui a cada resíduo um código de 6 dígitos, denominado o “código LER”.

Os princípios e regras de gestão de resíduos são determinados pelo Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro, que prevê a criação do Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER), que agrega toda a informação relativa a resíduos produzidos e importados para o território nacional e a entidades que operem no setor de resíduos. O novo modelo de mapas de registo deverá ser efetuado por via eletrónica, de acordo com as disposições da Portaria n.º 320/2007 de 23 de março (17).

Podemos também enumerar outras disposições legais mais exclusivas: Deposição de resíduos em aterros - Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de agosto, estabelece também os requisitos gerais para a conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, incluindo as técnicas específicas para cada classe de aterros; Gestão de óleos novos e óleos usados (classificados como resíduos perigosos) - Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de julho, cujo objetivo prioritário é a prevenção da produção de óleos usados em quantidade e nocividade, seguida da regeneração e de outras formas de reciclagem ou valorização; Gestão de pilhas e acumuladores - Decreto-Lei n.º 6/2009 de 6 de janeiro, estabelece o regime de colocação no mercado de pilhas e acumuladores e o regime de recolha, tratamento, reciclagem e eliminação dos resíduos (17).

❖ **Qualidade da Água** – Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto, determina as normas de qualidade para proteger o meio aquático e melhorar a qualidade da água. A Lei da Água é aprovada pelo Decreto-Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro, que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas (17).

❖ **Vibrações** – Norma Portuguesa 2074, de 1983, responsável pela avaliação da influência em construções de vibrações provocadas por explosões ou solicitações similares (17). Fixa um critério de limitação de valores dos parâmetros característicos das vibrações produzidas por explosões. Aplica-se a vibrações provocadas em construções destinadas a habitação, indústria e serviços, tendo em consideração a natureza do terreno de fundação. Define níveis máximos admissíveis de velocidade de vibração (13).

❖ **Ruído** – Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro. Aplica-se às atividades ruidosas permanentes, temporárias, às infraestruturas de transporte e a outras fontes de ruído suscetíveis de causar incomodidade e ainda ao ruído da vizinhança (17). Podemos também destacar o Decreto-Lei n.º 221/2006 de 8 de novembro, que aprova o regulamento das emissões sonoras de equipamento para utilização no exterior e o Decreto-Lei n.º 72/92 de 28 de abril, que estabelece um quadro geral de proteção dos trabalhadores contra riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho (17).

❖ **Ecologia** – É possível fazer a distinção entre variadas medidas de proteção:

- Zonas de Proteção Especial (ZPE) - Decreto-Lei n.º 384-B/99 de 23 de setembro;
- Rede Nacional de Áreas Protegidas - constituída pelas áreas protegidas classificadas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 142/2008 de 24 de julho e dos respetivos diplomas regionais de classificação (18);
- Reserva Ecológica Nacional (REN) - Decreto-Lei n.º 239/2012 de 2 de novembro. Consiste numa estrutura biofísica que integra áreas com valor e sensibilidade ecológicos ou expostas e com suscetibilidade a riscos naturais. Restringe a utilidade destas áreas ao público, o que condiciona a sua ocupação, uso ou transformação do solo;
- Reserva Agrícola Nacional (RAN) - Decreto-Lei n.º 73/2009 de 31 de março. Define um conjunto de terras que, em virtude das suas características, apresentam maior aptidão para atividade agrícola;
- Convenção de Berna (Convenção sobre a Vida Selvagem e os Habitats Naturais na Europa) - relativa à proteção da vida selvagem e do ambiente natural na Europa. Assinada em Berna a 19 de setembro de 1979 por um grupo de 9 países. Atualmente perto de 40 países são partes contratantes da Convenção de Berna. Em Portugal, o texto da Convenção foi publicado pelo Decreto-Lei n.º 95/81 de 23 de julho e a sua regulamentação ocorre da aplicação do Decreto-Lei n.º 316/89 de 22 de setembro (18);

- Lei de Bases da Política Florestal - Lei n.º 33/96 de 17 de agosto (18). A criação da Direção Geral e das Direções Regionais da Floresta está estabelecida pelo Decreto-Lei n.º 80/2004 de 10 de Abril (13);
- Património Arqueológico e Arquitetónico – Lei de Bases do Património Cultural, definida pelo Decreto-Lei n.º 107/2001 de 8 de setembro, define bases da política e do regime de proteção e valorização do património cultural;
- Regulamento de Trabalhos Arqueológicos - Decreto-Lei n.º 164/2014 de 4 de novembro.

Importante referir também que na prática torna-se impossível prever legislativamente todas as situações, pelo que se utilizam preferencialmente instrumentos reguladores, de entre os quais podemos salientar:

- Instrumentos Económicos;
- Acordos Negociados ou Voluntários;
- Sistemas de Gestão Ambiental;
- Alvos de Comportamento.

As normas e os critérios utilizados são reguladas por um “padrão”, que é nada mais que um determinado valor de referência estabelecido para efeitos comparativos. Estabelece os limites quantitativos segundo os quais as operações industriais devem ser geridas e projetadas.

(*) *Este trabalho já estava completo quando foi publicada a Lei 54/2015, que revoga o conjunto legislativo de 1990.*

Capítulo 3

Descrição do projeto

3.1 Caracterização da empresa

O presente trabalho foi elaborado em parceria com a empresa MIBAL – Minas de Barqueiros, SA. Esta empresa foi criada em 1965 e atualmente tem controlo sobre outras sociedades que constituem o Grupo MIBAL: IMNP – Indústria de Mineração do Norte de Portugal, SA; Caulinava – Caulinos de Alvarelhos, SA; Campados – Caulinos do Norte, SA.

A MIBAL é constituída por mais de 50 trabalhadores e para além dos trabalhos de exploração mineira também estabelece protocolos com entidades do ensino superior e com diversos clientes, a fim de promover estudos de desenvolvimento.

É reconhecida com o estatuto PME Líder, que distingue empresas com perfis de desempenho superiores, conferindo-lhes notoriedade e criando condições otimizadas de financiamento para o desenvolvimento de estratégias de crescimento e de reforço, e PME Excelência, atribuído ao grupo de PME Líder com melhores desempenhos, com o objetivo de sinalizar o mérito de pequenas e médias empresas, estatutos estes atribuídos pela IAPMEI e Turismo de Portugal.

Atualmente, a MIBAL contribui para um fornecimento sustentável de matérias-primas de grande importância para a indústria, nomeadamente para a Europa, que é bastante dependente da importação de matérias-primas. Em Portugal, representa atualmente cerca de 50% da produção de caulino. Dedica-se essencialmente à extração de caulino, argila e areia siliciosa. Os produtos das matérias-primas extraídas são posteriormente aplicáveis a várias indústrias: o caulino na indústria cerâmica e o caulino em pó na agroquímica, compostos de borracha e outras aplicações como fibra de vidro, tintas, adesivos, cosméticos e produtos farmacêuticos; as argilas para produção de louça sanitária, ladrilhos e azulejos; a areia siliciosa na construção, tratamento de águas, pavimentos desportivos e decoração.

Além do mercado nacional, a MIBAL também exporta para o mercado internacional, fornecendo atualmente os mercados espanhol, italiano e turco. Existem também potenciais mercados para o caulino no Norte de África e Alemanha.

Relativamente aos cuidados com o meio ambiente, de entre algumas das ações que já são realizadas, destacam-se a recuperação de antigas explorações, a minimização de impactes negativos recorrendo à aquisição de equipamentos com catalisadores que permitem a redução de emissões gasosas para a atmosfera, aquisição de equipamentos para redução de poeiras e lavagem de rodas de camiões, reutilização da água industrial (circuito fechado) e plantação de flora adequada a evitar a erosão dos solos.

Para o futuro, a MIBAL tem em vista a sedimentação do seu crescimento nos mercados nacional e internacional, continuando a contribuir para a diminuição da necessidade de Portugal em termos de importações e aumentando as vendas para o mercado externo.

3.2 Caracterização da exploração mineira

A concessão mineira em estudo denomina-se Gandra, tem o número de cadastro C-105, situa-se na freguesia de Milhazes, concelho de Barcelos, distrito de Braga, e tem uma área total de 420 000m².

Neste momento, existem dentro da concessão três campos de exploração (Figura 4).

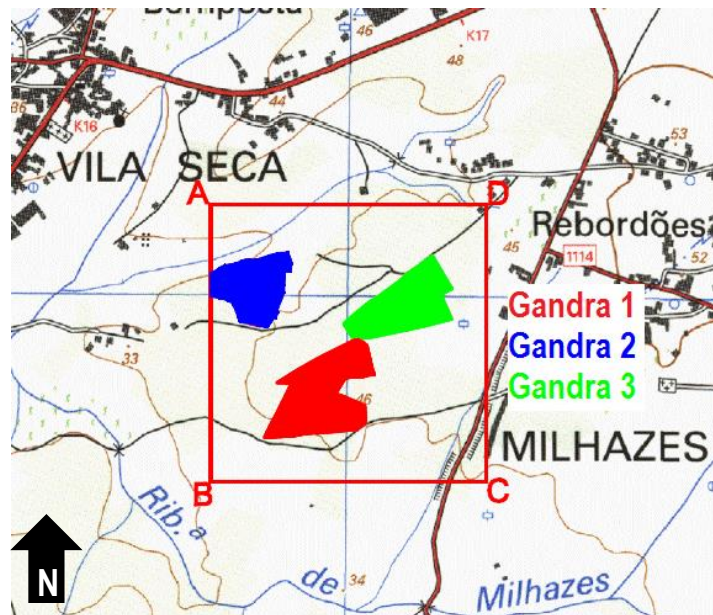


Figura 4 – Planta topográfica da concessão mineira de caulino C-105 e respetivos campos de exploração.
[Planta completa no Anexo II].

O campo de exploração Gandra 1 já foi explorado e encontra-se, neste momento, paisagisticamente reabilitado. A sua reabilitação foi feita por enchimento da depressão com água,

criando um depósito que se integra harmoniosamente na paisagem e fornece apoio no combate aos incêndios e na agricultura (Figura 5).



Figura 5 – Campo de exploração Gandra 1 (recuperado).

O campo de exploração Gandra 2 encontra-se em exploração, neste momento (Figura 6).



Figura 6 – Campo de exploração Gandra 2 (em exploração).

O campo de exploração a que se refere este trabalho será Gandra 3. A sua área é de 24 057,93 m² e destina-se a extrair “caulino bruto” que será posteriormente transportado e tratado nas instalações industriais da MIBAL, situadas em Apúlia – Esposende, na concessão C-54 – Quinta da Antónia (Figura 7).



Figura 7 – Campo de exploração Gandra 3.

O acesso ao Campo de Exploração Gandra 3 faz-se seguindo pela A28 a partir do Porto, tomando a saída 18 para a A11 em direção a Braga/Barcelos, continuando na A11 e tomando a saída 2 para a EN205 em direção a Barcelos. Nesta, após o Km 17,7 vira-se à direita, para Milhazes. Percorridos cerca de 1000m encontramos o jazigo.



Figura 8 - Localização da concessão mineira no Google Earth (imagem de 2013).

3.2.1 Caraterização do solo

Segundo a Carta dos Solos de Portugal Continental, a zona de Milhazes, onde ocorre a exploração, é caraterizada por Cambissolos (Figura 9). Os Cambissolos são solos pouco desenvolvidos, constituídos por material mineral, com Horizonte B incipiente. Genericamente, caraterizam-se por serem solos pouco profundos e apresentarem texturas médias ou mais finas. São solos “jovens”, com elevado teor em minerais primários e presença significativa de fragmentos de rocha na massa do solo. Contudo, devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as caraterísticas destes solos variam bastante consoante o local (19).

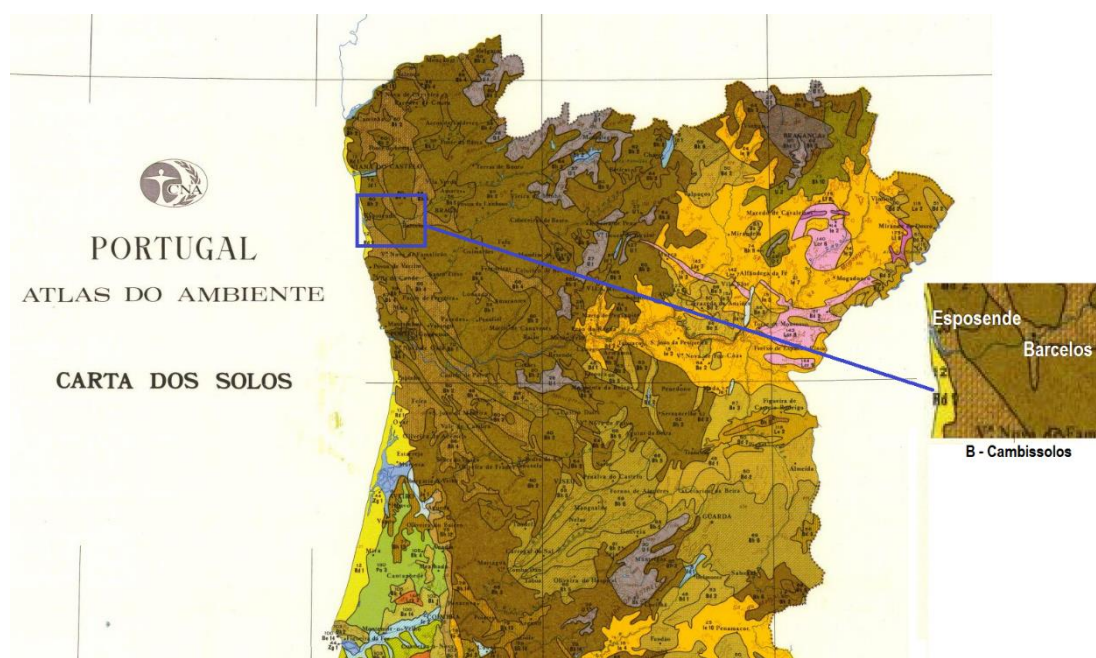


Figura 9 – Extrato da carta dos solos (adaptado).
[Carta completa no Anexo III]

Relativamente à sua caraterização em termos de pH, constata-se que a zona da exploração é ácida, com pH entre 4,6 e 5,5 (Figura 10).

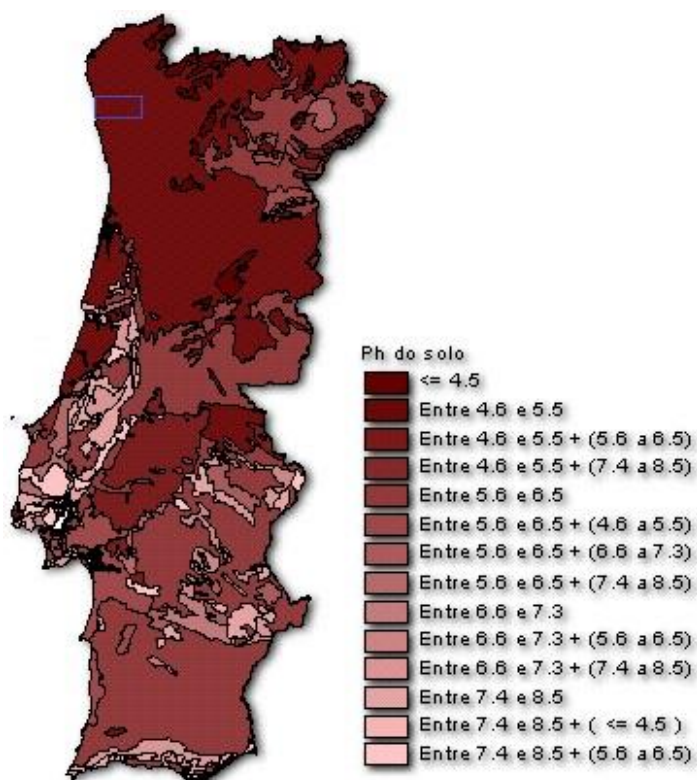


Figura 10 – pH dos solos em Portugal.

3.2.2 Caraterização geológica do depósito mineral

O depósito mineral de caulino da Gandra está associado a um depósito fluvial gerado pelo antigo curso do Rio Cávado e aparece na folha 5-C, Barcelos, da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000, cartografado com a designação de terraço dos 45-55 m, sendo atribuído ao Plio-Plistocénico (Figura 11).

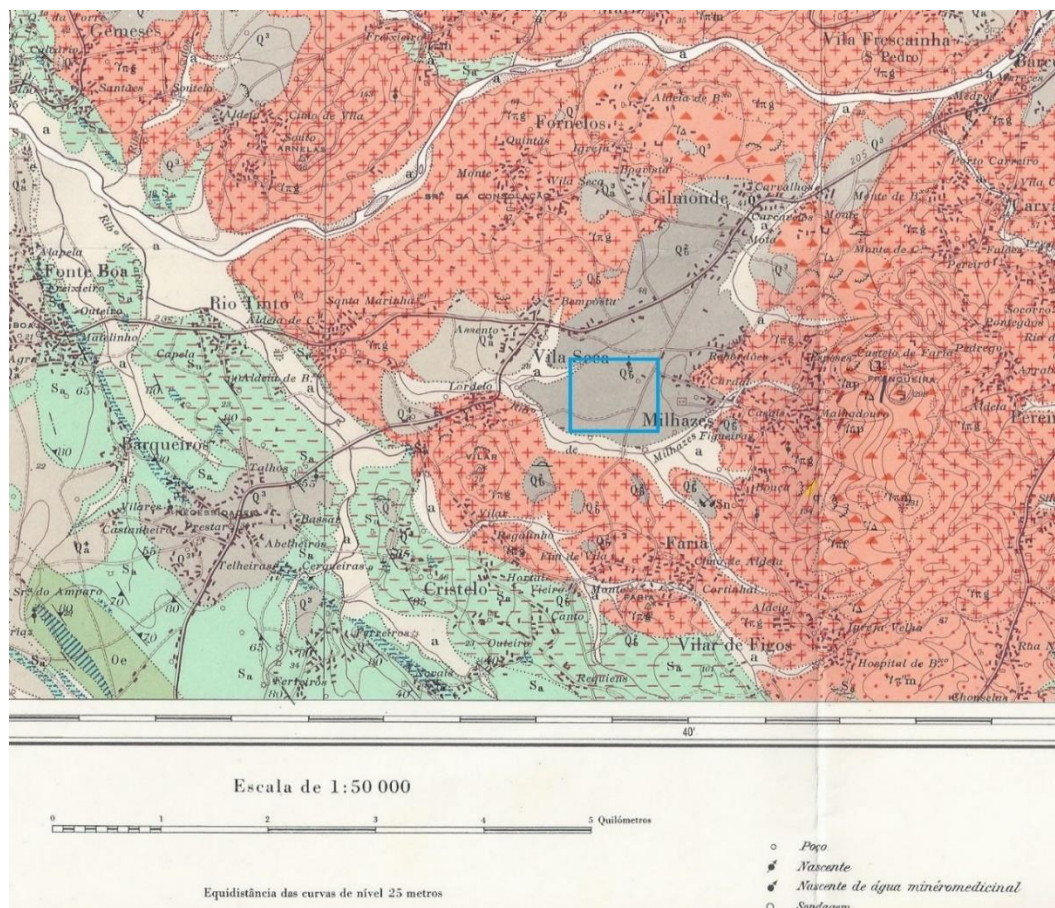


Figura 11 – Extrato da carta geológica 5-C.

Este depósito foi cartografado ao longo de uma plataforma aplanada que se desenvolve entre as cotas 30 e 56 m, com drenagem para Oeste pela Ribeira de Milhazes em direção ao Rio Cávado, onde desagua. Esta plataforma está limitada, a Este e Sudeste, por uma linha de fecho principal que se desenvolve entre as cotas 134 e 95 m, tendo o seu ponto culminante no vértice geodésico (v.g.) de Franqueira, a 296 m.

O depósito de terraço assenta por uma não conformidade sobre um soco granítico (a “Mancha de Perelhal” do “granito porfiroide de grão grosseiro”) e encontra-se parcialmente coberto, ao longo do traçado das principais linhas de água, por depósitos de areias atuais (Aluviões Atuais).

A espessura dos terraços fluviais, com interesse mineiro, varia entre 13 e 21 m, encontrando-se a uma altitude que varia entre os 45 e 55 m.

Os depósitos associados ao Rio Cávado foram estudados na década de 80, tendo sido proposto um modelo de estruturação para a zona de Barqueiros – Necessidades. Este modelo foi extrapolado, de modo esquemático, aos depósitos fluviais dos 45 - 55 m que ocorrem a nascente,

de modo a ilustrar o enquadramento geológico dos depósitos da zona de Vila Seca/Milhazes. Estes depósitos formam-se em associação com um processo de deposição sedimentar, na dependência de um curso de água fluvial que foi controlado por um reticulado de acidentes tectónicos com rejuvenescimento local (20). Os acidentes tectónicos determinam a espessura dos depósitos fluviais. Também foram estudadas amostras de Milhazes e Gilmonde, propondo o perfil registado no corte de Gilmonde como perfil tipo para os depósitos da margem esquerda do Rio Cávado.

O depósito de terraço fluvial apresenta uma estratigrafia dominada por níveis onde predomina uma fração arenosa (areias argilosas amarelas, com seixos de quartzo rolados a subrolados) com lenticulas e blocos argilosos (argila cinzenta clara) (20). Os terraços fluviais estão formados pela seguinte sequência estratigráfica média, mais frequente na área da concessão, do topo para a base (Moreira 1987a, 1987b e observações locais):

- Terra vegetal ~ 0,5 m a 1,0 m
- Areia argilosa com caulino ~ 1,0 m
- Areia média a grosseira com caulino amarelo a branco ~ 8,0 m
- Areia média a grosseira com caulino branco a amarelo ~ 5,0 a 6,0 m

Na Figura 12 encontra-se a frente de desmonte onde são perceptíveis as diferentes formações.



Figura 12 – Formações geológicas na frente de desmonte.

Do ponto de vista mineralógico, ocorre, na amostra de rocha total, quartzo, feldspato, mica, argila e goethite. Na fração inferior a 2 μ m, a caulinite é dominante, ocorrendo ainda ilite, gibsite e boehmite. As frações argilosas foram confirmadas e caracterizadas em análises de difração de Raios-X (DRX) e microscopia eletrónica de varrimento (MEV) e de transmissão (MET).

Em síntese, a concessão C-105 está definida sobre um terraço fluvial do Plio-Plistocénico do Rio Cávado, que se estende desde a Ribeira de Milhazes a Sudoeste, até Gilmonde a Nordeste, o qual é formado por um nível, com espessura média de 15 metros, de areias caulíníferas.

3.2.3 Reservas

As reservas totais de matéria-prima em bruto, calculadas para o campo de exploração Gandra 3, são cerca de 648 000 toneladas, considerando uma profundidade média de 15 m e uma densidade "in situ" de 1,8.

O ritmo de exploração previsto é de cerca de 180 000 t/ano, pelo que o tempo previsto para a duração da exploração desta área será de, aproximadamente, 3 anos e meio.

3.2.4 Método de exploração

A exploração será a céu aberto em "corta", com desmonte por maciços inferiores.

Dada a reduzida dimensão da área, haverá apenas uma frente de exploração correspondente a toda a área, que irá avançando, em profundidade, em 4 degraus. A exploração será rodeada, à cota mais inferior, por valas mais profundas na sua periferia, de modo a conduzir a água para o fundo da corta, possibilitando a circulação de máquinas e camiões e fazer a extração da matéria-prima com um grau de humidade mínimo.

3.2.5 Fases de exploração

❖ **Preparação:** O terreno já se encontra devidamente vedado e sinalizado, estando a sua descoberta praticamente concluída e a terra vegetal acumulada junto à bordadura, de modo a guardar a mesma para a fase de recuperação;

❖ **Traçagem:** O jazigo será traçado por degraus direitos, descendentes, tendo o primeiro um afastamento de proteção à terra vegetal acumulada na bordadura, com cerca de 2 m. A partir daí, será respeitada uma inclinação e altura dependente do tipo de matéria-prima (composição e granulometria) e drenagem dos taludes, podendo as mesmas variar desde 2 m até 7 m de altura, com patamares intermédios de 5 a 10 m de largura;

❖ **Desmonte:** O desmonte será mecânico, com retroescavadoras hidráulicas, de rotação total, trabalhando por maciços inferiores;

- ❖ **Remoção:** Uma retroescavadora carregará o material desmontado em camiões que o transportarão para a lavaria na concessão C-54 – Quinta da Antónia;
- ❖ **Domínio dos Terrenos:** Serão respeitadas as distâncias legais de proteção relativamente a terceiros. A frente da descubra irá suficientemente avançada para não contaminar o depósito subjacente. As terras serão deixadas segundo o seu ângulo de talude natural. Os taludes de escavação terão o declive natural da matéria-prima "*in situ*", abandonando-se patamares intermédios entre cada bancada, com maior ou menor largura, de acordo com o ângulo de talude natural do terreno, de modo a prevenir eventuais derrocadas;
- ❖ **Ventilação:** Tratando-se de uma exploração a céu aberto, a ventilação será natural;
- ❖ **Iluminação:** Não se prevê trabalho noturno, nem mesmo em finais de dia no Inverno. Todavia, as máquinas presentes terão iluminação própria, como é habitual;
- ❖ **Esgoto:** Toda a água, que possa surgir com o avanço em profundidade da escavação, será encaminhada para o seu ponto mais baixo, onde existirá sempre um tanque de retenção que irá mudando de local ao longo da escavação, sendo a água conduzida por valas (sempre junto à periferia) e/ou bombeada de um lado para o outro. Em caso de grande abundância, que venha a dificultar o normal prosseguimento dos trabalhos de escavação, a mesma será decantada, clarificada, analisada e corrigida (se necessário), para depois ser lançada na linha de água mais próxima sob licença da entidade competente.

3.3 Anexo mineiro

3.3.1 Instalação de tratamento

Como já foi mencionado, após o desmonte, a matéria-prima é transportada para a instalação de tratamento (Figura 13), situada na Concessão da Quinta da Antónia, a cerca de 10 km do campo de exploração. Os camiões que transportam o material bruto, assim que saem do campo de exploração, percorrem 700 m em estrada de terra batida, seguidos de 1,2 km em estrada municipal e 7,4 km em estrada nacional.



Figura 13 – Vista geral da instalação de tratamento.

A matéria-prima é lançada numa tolva em chapa de aço (Figura 14) com 16 m³ de capacidade. Daqui cai, por gravidade, num tapete alimentador doseador que a lança num pré-crivo, com tela de aço de 150 mm de malha, provido de vibrador eletromagnético. Daqui, a matéria-prima é separada em função da sua granulometria. O sobrecrivo, isto é, o material com mais de 150 mm de calibre, é rejeitado e utilizado para recuperação das escavações, ao passo que o infracrivo, entre 0 a 150 mm, é transportado por um tapete (Figura 15) até uma caleira hidráulica seguindo, posteriormente, para um *trommel* (Figura 16) com um descarregador. Este descarregador separa o material em dois produtos: areias siliciosas e caulino.



Figura 14 – Tolva.



Figura 15 – Tapete transportador.



Figura 16 – Trommel.

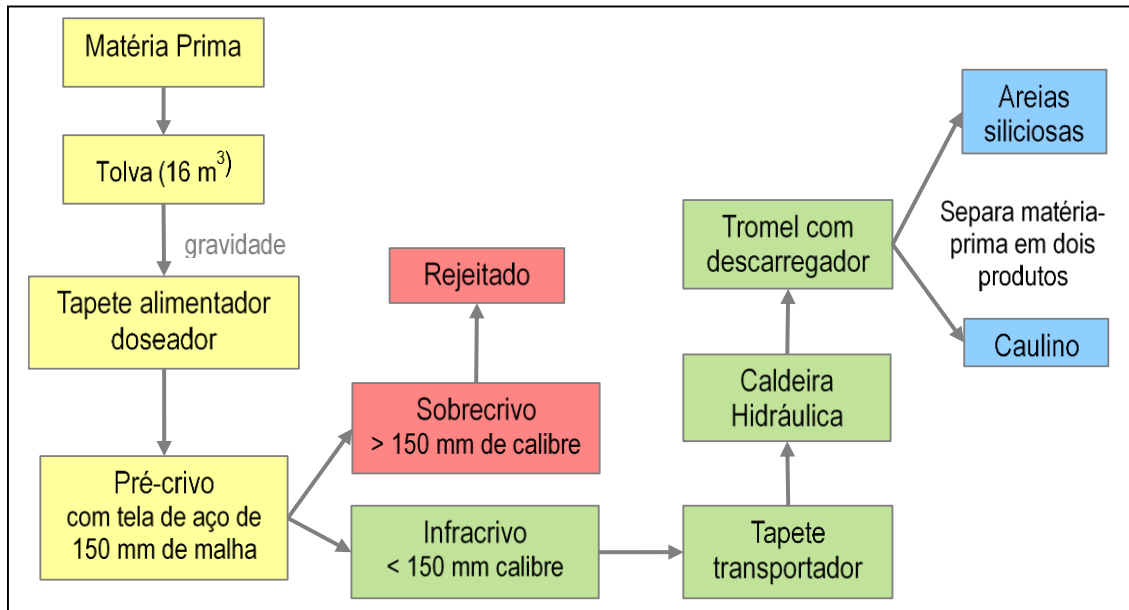


Figura 17 – Esquemática do circuito principal da instalação

❖ Circuito de produtos siliciosos:

O *trommel* (lavador de tambor) termina com duas tremonhas, providas de rede de malha quadrada, uma de 15 mm e outra de 5 mm. Aqui, separam-se três lotes de produtos:

- 15-150 mm: lote armazenado no solo para posterior valorização;
- 5-15 mm: lote lavado num lavador de nora simples e lançado num tapete transportador que o armazena, em cone, no chão;
- 0-5 mm: lote lavado num lavador de nora duplo e lançado num tapete que o deposita no solo.

As águas que saem destes lavadores são concentradas num tanque de recolha de águas com areia/caulino.

No circuito de areias especiais calibradas, o lote global de 0-15 mm é dividido em quatro: 0-1,5 mm; 1,5-3 mm; 3-6 mm; e 6-15 mm. Estas granulometrias podem variar em função dos pedidos de mercado.

O circuito começa com uma tremonha de 16 m³ que descarrega o material, por gravidade, num alimentador vibratório que, por sua vez, o deposita num tapete que o lança num crivo vibratório. Deste crivo, obtém-se os quatro lotes referidos, convenientemente calibrados, para satisfazerem as exigências atuais do mercado.

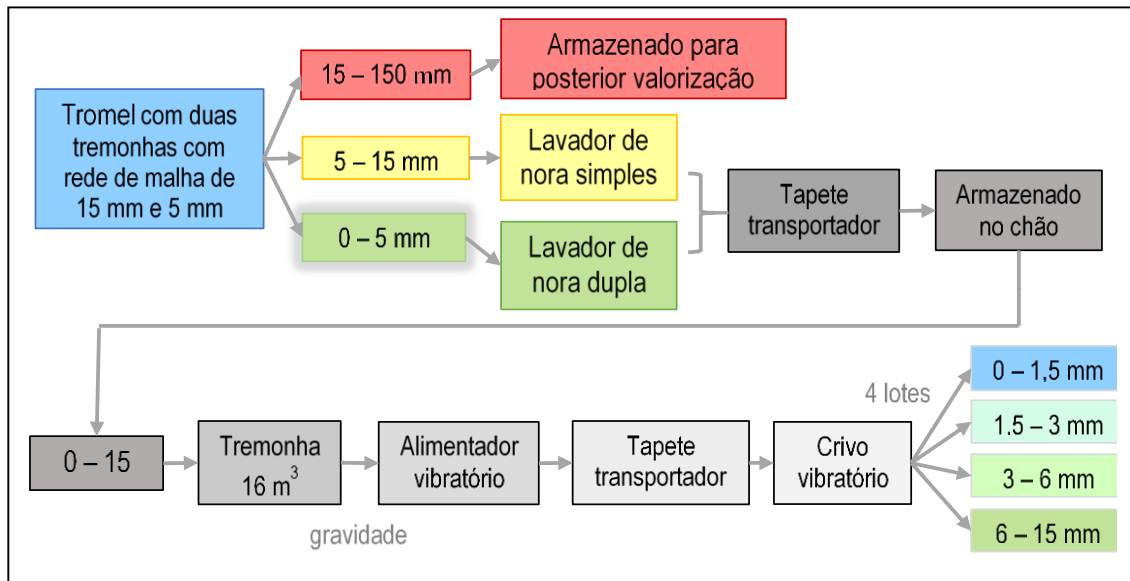


Figura 18 – Esquematização do circuito de produtos siliciosos.

Circuito de caulino:

O conjunto dos *overflows* do lavador de tambor e do lavador de nora, com calibres inferiores a 1 mm, é bombeado para um grupo de hidrociclones, onde será efetuado um corte a 74 μ m.

O *underflow*, com caulino de granulometria superior a 74 μ m, vai para um hidroclassificador de parafuso helicoidal que separa a areia fina, ainda existente, da água com caulino.

O produto inferior a 74 μ m passa por diversos crivos vibratórios para eliminar micas e outras impurezas, cai por gravidade num tanque de acumulação e é bombeado para um novo grupo de hidrociclones, que realiza um corte a 45 μ m, resultando o *overflow* com caulino inferior a 45 μ m sendo o *underflow* rejeitado. O produto inferior a 45 μ m é bombeado para tanques de decantação.

Dos tanques de decantação, o caulino segue, por gravidade, para um tanque de acumulação e daí, é lançado, por meio de bombas especiais de alta pressão, para os filtros prensa.

A secagem do caulino inferior a 45 μ m, destinado às indústrias da borracha e agroquímicos, exigindo grande finura e baixo grau de humidade, será feita em secador, especialmente concebido para obter graus de humidade até 0,5%.

Recentemente, optou-se por uma alternativa no que diz respeito à secagem do caulino: utilização das condições naturais, isto é, recorre-se ao clima ameno para efetuar a secagem do produto. O caulino é colocado no exterior e espalhado pelo solo, de modo a que o calor possa incidir sobre

uma maior área superficial. Este novo método tem vindo a ter resultados muito favoráveis consistindo a sua maior vantagem numa elevada poupança em termos energéticos, dispensando a utilização dos secadores, que são um dos maiores consumidores de gás natural (ponto 3.5).

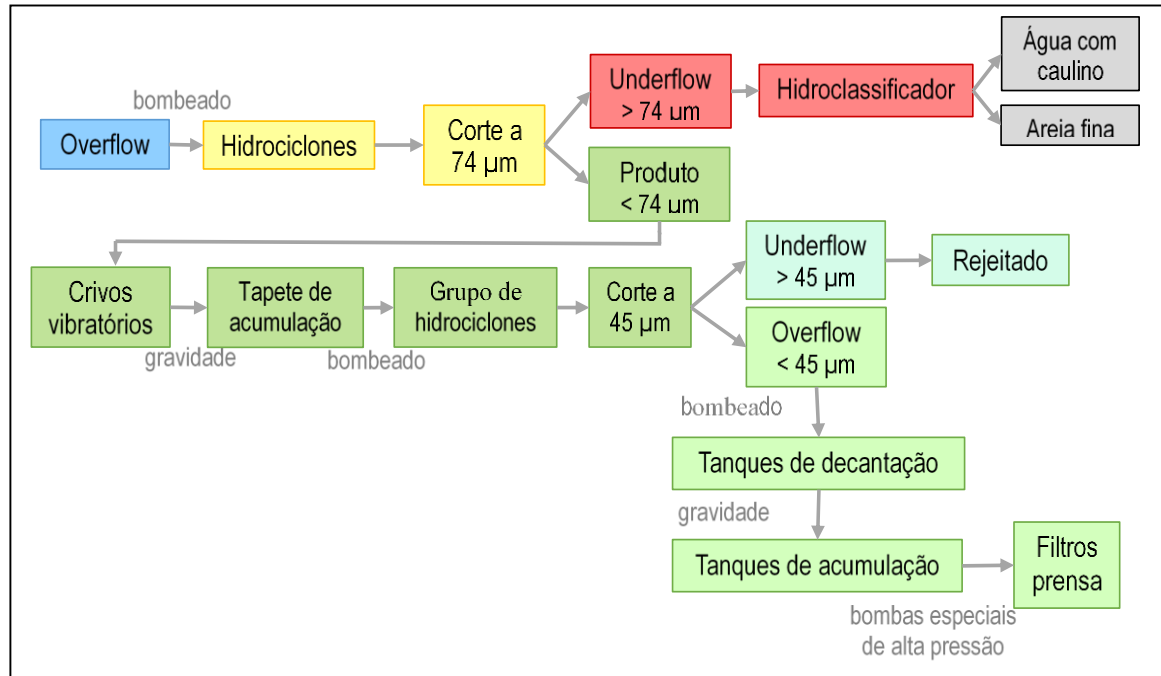


Figura 19 – Esquematização do circuito de caulino.

❖ Embalagem:

Após o tratamento, o caulino comercial pode ser expedido de quatro maneiras:

- A granel, em forma de bolachas – o caulino simplesmente prensado e/ou granulado;
- Em sacos de papel de 20 kg, agrupados em paletes e envolvidos por filme plástico – o caulino seco;
- Em *big-bags* – o caulino seco ou semi-seco (granulado);
- A granel, em pó, em camião-cisterna – o caulino seco.

❖ Desempoeiramento:

Existe uma instalação de captação de partículas de caulino seco para este fim, sendo as partículas captadas em pontos fixos ou móveis. As poeiras captadas são conduzidas para um filtro e, posteriormente, ensacadas em *big-bags*.

3.3.2 Infraestruturas e estruturas de apoio

O anexo mineiro da Quinta da Antónia também é constituído por:

- Instalação de tratamento;
- Oficinas;
- Armazéns;
- Escritórios;
- Laboratório;
- Depósitos de combustíveis;
- Depósitos de produtos intermédios ou comerciais.

Ocupa uma área coberta de 4380 m² (Figura 20) e uma área a céu aberto de 14400 m² (Figura 21). A área coberta abriga as máquinas de prensagem, secagem e ensacamento, bem como os equipamentos sociais, administrativos e de manutenção, além de um laboratório equipado com todo o material necessário para determinação das características do caulino bruto e dos produtos comerciais (Figura 22). Cobre igualmente os stocks de produtos finais.



Figura 20 – Parte de área coberta.



Figura 21 – Área a céu aberto.



Figura 22 – Edifício administrativo: escritórios e laboratório.

Existe também um cais de carga para expedição de produtos comerciais com uma área coberta de 240 m². Os diferentes pavilhões são constituídos por pilares de betão armado, paredes de blocos de cimento, estrutura metálica de suporte da cobertura e esta de chapa de fibrocimento, sendo pavimentados com cimento.

3.4 Produtos comerciais

Da instalação de tratamento, obtêm-se dois produtos finais: o caulino e as areias.

As areias produzidas apresentam diversas granulometrias e destinam-se maioritariamente a construção civil e obras públicas.

Relativamente ao caulino, a empresa possui, como já foi referido anteriormente, um laboratório que é responsável pela determinação e análise das propriedades da matéria-prima e dos produtos comercializáveis.

O caulino para comercialização apresenta as seguintes propriedades:

- Brancura: 75 – 85;
- Densidade: 2,4 – 2,7;
- Absorção óleo: 31 – 45;
- pH: 5 – 8;
- Resíduo a 53 µm: inferior a 0,3 %.

A sua composição química é 46,43% de sílica (SiO₂), 35,66% de óxido de alumínio (Al₂O₃), existindo outros elementos em quantidades muito menores.

Relativamente à sua mineralogia, é maioritariamente composto por caulinite, seguida de quartzo, feldspato e mica, respetivamente.

Todos estes dados podem ser encontrados de forma mais detalhada na Ficha Técnica (Anexo IV).

3.5 Consumo energético

Relativamente ao consumo de energia, são utilizadas três fontes: energia elétrica, gás natural e combustíveis fósseis (gasóleo).

A energia elétrica é utilizada para a maioria dos equipamentos, sendo os seus valores de consumo na ordem de 348 000 kWh por mês.

O gás natural é utilizado, essencialmente, para o funcionamento dos secadores de caulino, consumindo-se cerca de 24 000 m³ por mês.

Os combustíveis fósseis (gasóleo) são utilizados para o funcionamento da maquinaria de desmonte, remoção e movimentação em estaleiro. Os seus consumos são de cerca de 20 000 litros por mês. No próprio local, existe um posto de abastecimento de Diesel, evitando deslocações da maquinaria para abastecimento no exterior (Figuras 23 e 24).



Figura 23 – Armazenamento de combustível.



Figura 24 – Posto de abastecimento.

3.6 Gestão de resíduos

Uma exploração mineira produz sempre resíduos. Deve ser sempre promovida a Gestão de Resíduos Industriais, que conduz só por si a uma redução substancial do risco de contaminação dos principais compartimentos ambientais (água, solo e ar) (16).

Os resíduos produzidos numa exploração e instalação de tratamento são de diversas categorias: óleos, sucatas e borrachas, resíduos de exploração e, por vezes, resíduos tóxicos.

Os óleos usados são armazenados temporariamente em tambores herméticos e as sucatas e borrachas depositadas em locais próprios destinados a esse fim. Posteriormente, são expedidos recorrendo a empresas licenciadas para esse efeito.

Quanto aos resíduos de exploração em si, são reutilizados, na sua grande maioria, para a recuperação das antigas escavações.

A instalação de tratamento não produz resíduos perigosos. O único resíduo químico produzido é o floculante utilizado para a decantação do caulino, que é biodegradável, não tendo implicações ambientais.

Anualmente, no período de 1 de janeiro a 31 de março, é submetido eletronicamente, no portal do Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente (SIRAPA), o Mapa Integrado de Registo de Resíduos (MIRR). Neste Mapa estão incluídos todos os tipos de resíduos industriais produzidos na exploração.

3.7 Gestão de água

Na instalação de tratamento, a gestão de água consumida é feita recorrendo à utilização de sistemas de circuito fechado. A água utilizada passa através de lagoas de decantação, que se formaram a partir de antigas explorações, que ao invés de serem preenchidas com material sólido, foram preenchidas com água (Figura 25). As águas depositadas nestas baías regressam depois ao tratamento.



Figura 25 – Lagoa formada na Quinta da Antónia.

Este tipo de circuito acarreta ainda outra vantagem: ao longo do tempo, acaba por ocorrer deposição do material sólido proveniente da instalação de tratamento, que deposita na lagoa; durante muito tempo, isto traduz-se numa recuperação do local por preenchimento do vazio outrora deixado. Na Figura 26 podemos observar um local onde já existiu uma lagoa cuja água foi utilizada na instalação de tratamento, que, com o passar do tempo, acabou por ficar

completamente preenchida por material sólido, resultando numa completa recuperação do perfil topográfico.



Figura 26 – Zona recuperada na Quinta da Antónia.

Apesar de tudo, este tipo de sistema apresenta como limitação o facto de as lagoas necessitarem de estar relativamente próximas da instalação de tratamento, pois caso não estejam os custos de transporte (bombagem e tubaria) acabam por se tornar demasiado dispendiosos, tornando o método desvantajoso. Ao longo do tempo em que este método tem vindo a ser aplicado, a máxima distância existente entre uma lagoa e a instalação de tratamento foi de, apenas, 300 m.

De salientar ainda que as águas utilizadas para abastecimento (isto é, balneários, limpeza das infraestruturas e estruturas de apoio, etc.) provêm de furos de captação, não sendo, contudo, próprias para consumo humano. As águas para consumo humano são exclusivamente engarrafadas.

3.8 Caraterização climática

No que diz respeito às caraterísticas climáticas, recorreu-se ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), que utiliza a classificação climática de Köppen (Figura 27). No portal do IPMA encontram-se disponíveis resultados de normais climatológicas para o período de 1971 a 2000, que permitem identificar os diferentes tipos de clima existentes no País com recurso à classificação de Köppen. Os resultados obtidos permitem constatar que o clima na maior parte do

território Continental é do tipo C – temperado –, verificando-se o subtipo Cs – clima temperado com Verão seco – apresentando depois algumas variedades consoante a região. Para a região em questão, verifica-se um clima de classificação Csb – clima temperado com Verão seco e suave (21).

Também no portal do IPMA é possível encontrar os dados relativos à temperatura média anual e à precipitação acumulada anual, analisados com base nas normais de 1961/90. Na zona em estudo, observa-se uma temperatura média anual entre os 14,1 e os 15°C e uma precipitação acumulada anual dentro do intervalo de 1,601 a 2 mm (Figuras 28 e 29) (22).

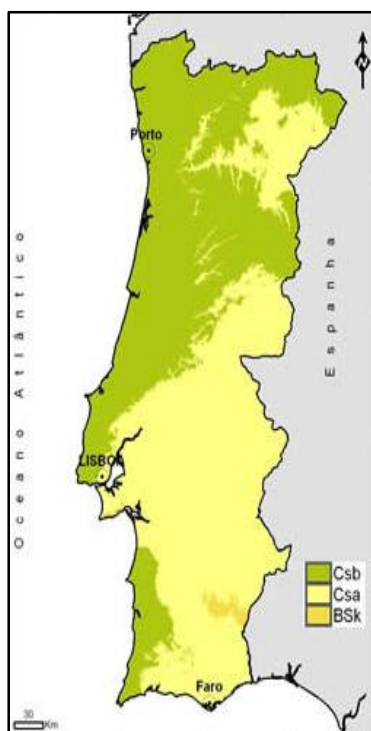


Figura 27 – Classificação climática de Portugal segundo Köppen.

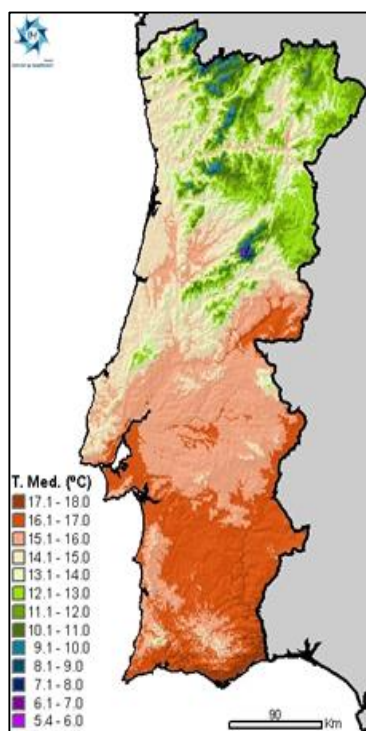


Figura 28 – Temperatura média anual.

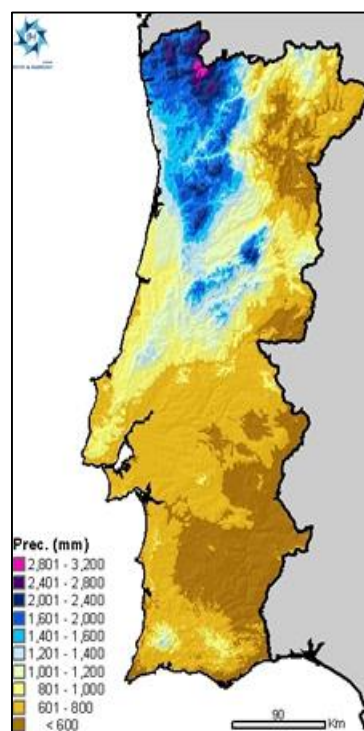


Figura 29 – Precipitação anual acumulada.

Capítulo 4

Plano Ambiental

4.1 Impactes ambientais e medidas mitigadoras

Um Impacte Ambiental é definido como um conjunto de alterações favoráveis e/ou desfavoráveis produzidas no ambiente, sobre determinados fatores, num determinado período de tempo e numa determinada área, resultantes da realização de um projeto, comparadas com a situação que ocorreria, nesse período de tempo e nessa área, se o projeto não viesse a ter lugar (23).

Toda a atividade humana tem o seu impacto no ambiente e qualquer projeto industrial provoca inevitavelmente alterações a nível social, económico e ambiental numa determinada área de influência relativamente ao seu local de implementação. A previsão das incidências ambientais permite identificar quais os fatores mais afetados com a execução de um projeto. Os eventuais impactes podem ser: positivos, nulos ou negativos; pouco ou muito significativos; permanentes ou temporários; diretos ou indiretos; de baixa a elevada magnitude; certos, prováveis ou improváveis; à escala local, regional ou nacional; e reversíveis ou irreversíveis. Podem ocorrer durante as diferentes fases do projeto: a instalação/preparação, a exploração e a recuperação.

A indústria extrativa, pela sua natureza própria, é passível de provocar um certo número de impactes ambientais. No entanto, é de salientar que na grande parte dos casos, estes impactes restringem-se ao local de extração e não têm efeitos globais para além das zonas vizinhas. Os impactes e medidas mitigadoras variam consoante o meio em que se inserem e o tipo de exploração, o que exige uma abordagem de gestão flexível e adaptável. Gerir uma atividade deste tipo requer um equilíbrio delicado entre regras pré-estabelecidas e uma adaptação à realidade do local. Na indústria mineral não energética, os pontos de maior interesse dizem respeito a impactes de origem temporária e circunscrita, que não têm importância ecológica significativa (24).

De seguida apresentam-se, detalhadamente, os impactes suscetíveis de ocorrer em explorações a céu aberto e as respetivas medidas mitigadoras para diferentes componentes, nomeadamente: atmosfera; ruído e vibrações; solo; águas; fauna e flora; social, económico e cultural; ordenamento do território e tráfego; e paisagem.

4.1.1 Atmosfera

Os impactes sobre a atmosfera são produzidos pela emissão de gases e poeiras.

Em explorações a céu aberto, a emissão de efluentes gasosos é bastante escassa, restringindo-se aos gases gerados pela combustão de maquinaria pesada, afeta à extração, que representa uma emissão de carácter pontual (13). No entanto, uma vez que se tratam de equipamentos modernos, permanentemente inspecionados e providos de tecnologia que permite emissões reduzidas e controladas, os gases não são significativos (16).

As poeiras são originadas nas pilhas de concentrados ou de produtos finos, nas estradas em terra onde circulam viaturas pesadas, nos rebentamentos com explosivos (quando estes ocorrem) e nas instalações de fragmentação, sendo que nestas últimas os locais que apresentam maiores índices de poeiras são as torvas de descarga das máquinas fragmentadoras, os pontos de transferência de transportadores e os crivos (12). São o maior causador de impactes na qualidade do ar devido à sua capacidade de se conservarem em suspensão na atmosfera durante longos períodos de tempo e de poderem atingir grandes distâncias por ação dos ventos. São prejudiciais à saúde e perturbam as condições atmosféricas, o que causa dificuldades ao desenvolvimento do coberto vegetal na envolvente dos focos emissores, podendo ainda causar impactes negativos nos solos agrícolas (16).

De um modo geral, as alterações da qualidade do ar serão pouco ou nada significativas e de carácter temporário, limitando-se a sua alteração ao período necessário de execução da obra e estando circunscrito ao local de extração e área adjacente (25).

Numa escala mais ampla, podemos referir o impacto sobre o próprio clima. Em certos casos, a obstrução da livre circulação de ar poderia provocar alterações no regime de ventos local e aumentar a absorção de radiação solar, com consequentes alterações de temperatura e humidade relativa, que culminariam em alterações no clima. Contudo, na maioria dos casos, dada a área geográfica relativamente pequena que os projetos mineiros ocupam, podemos considerar nula a influência que estes possam exercer nas condições climáticas naturais do local, considerando-se que os impactes neste sentido são nulos (16) (13) (12).

Medidas Mitigadoras:

Neste aspeto, existe já uma boa cortina arbórea natural formada pelos pinhais e vegetação circundante. No entanto, de modo a minimizar e controlar/monitorizar as eventuais incidências, poderão ser adotadas as seguintes medidas:

- Nos parques de concentrados ou produtos finos existentes no exterior, as suas pilhas devem ser cobertas por um teto protetor que oferece a vantagem de defesa contra os ventos e águas pluviais (12);

- Introdução de uma via húmida nos taludes e zonas de acumulação de terra vegetal de modo a evitar o levantamento das poeiras com o vento, através da implementação de sistemas de aspersão de água sempre que ocorra tempo seco, quando o levantamento de poeiras é mais significativo (12);



Figura 30 – Pavimento regado na instalação de tratamento da Quinta da Antónia.

- Humedecimento regular das vias de circulação em terra batida, de preferência com jatos de aspersão (Figura 30);

- Obrigar que à saída da mina se cubram as cargas dos camiões com uma lona, para evitar nuvens de poeira criadas nas vias de comunicação e dar, sempre que possível, preferência à circulação por caminhos e acessos privados (Figura 31);



Figura 31 – Camião com carga coberta à saída da exploração.

- As partículas sólidas finas produzidas pelas oficinas de tratamento mecânico podem ser recolhidas através de sistemas de ventilação por aspiração, terminados em filtros;

- Fazer as poeiras recolhidas pelos filtros regressar ao ciclo de tratamento ou vendê-las como produto específico (24), podendo torná-las em matéria economicamente rentável. Por exemplo, podem ser empregues como “filler” de asfaltos betuminosos para pavimentação rodoviária (12);

- Redução e controlo das emissões de gases, partículas e fumos pela correta operação e manutenção das máquinas de extração, veículos de transporte, bombas e geradores;

- Se possível, calendarizar os trabalhos de escavação, o transporte de materiais e a movimentação de terras, de acordo com as condições atmosféricas e épocas do ano mais adequadas.

Além de todas as medidas apresentadas, outros exemplos de opções a tomar são a asfaltagem das estradas, diminuição das pilhas de armazenamento, silos fechados, etc. (24).

É de salientar que mesmo implementadas as medidas mitigadoras, deve sempre ser efetuada uma monitorização dos níveis de empoeiramento (16). Assim, deve ser implementado um programa de monitorização que permita uma determinação periódica dos níveis de poeiras na zona de exploração e envolvente à mesma, cuja periodicidade estará relacionada com as atividades de laboração e épocas do ano mais propícias a este tipo de incidências.

4.1.2 Ruído e vibrações

O impacto gerado pelo ruído e vibrações é sobretudo marcante quando é necessário rebentamento recorrendo a explosivos, que produzem ruídos, vibrações, ondas de choque e projeções. Porém, estes impactos podem ser logo à partida reduzidos através de um bom projeto de rebentamento (13).

No caso da exploração mineira em questão, uma vez que se trata de uma exploração de caulino, que é um material que oferece pouca resistência, não é necessária a utilização de explosivos, pelo que os impactos causados em termos de ruído e vibrações são muito reduzidos.

O nível de ruído num determinado ponto de receção depende da distância a que se encontra da sua fonte emissora, da natureza do solo entre o ponto de emissão e o ponto de receção e da presença de obstáculos entre esses dois pontos. É essencial a distinção entre ruído permanente e intermitente, pois as suas origens são diferentes, bem como as perturbações que causam. Os ruídos permanentes típicos das atividades mineiras são o trânsito de veículos pesados, podem ainda eventualmente ser causados por escavadoras em funcionamento, extratores de poeiras ou correias de transporte, contudo como nestes casos se trata de um ruído baixo permanente, que constitui apenas uma parte do ruído de fundo existente, ele é relativamente insignificante e bem tolerado (24). Os restantes ruídos produzidos no processo de exploração são ruídos intermitentes ou mesmo esporádicos, produzidos especialmente pelos rebentamentos, mas também pelo arrancar de motores, carregamento de rochas para os “*dumpers*”, descarregamento para as

caleiras de entrada dos fragmentadores primários, etc. (24). A avaliação destes impactes é feita por medições junto a possíveis recetores sensíveis, como zonas residenciais situadas próximo da mina. O limite para a diferença entre o valor do ruído ambiente e do residual nos pontos medidos é de 5 dB(A); acima deste valor admite-se que ocorre uma situação de incomodidade a terceiros (16).

Dada a localização da zona deste campo de exploração, uma vez que a mesma se encontra bastante afastada de zonas habitacionais e inserida em zona florestal, que constitui, por si só, uma barreira natural à propagação do som (Figura 32), e também devido ao facto de não haver qualquer instalação industrial a laborar no local, apenas as máquinas afetas à extração - as retroescavadoras, essencialmente, e camiões de transporte que circularão apenas durante o dia por caminhos próprios -, não se prevê nenhum impacte significativo na qualidade do ruído. É de referir, ainda, que o parque de máquinas é moderno, respeitando todas as especificações e normas comunitárias, sendo a sua manutenção feita atempada e adequadamente (25) (Figura 33).



Figura 32 – Cortinas arbóreas no Campo de Exploração Gandra 3.



Figura 33 – Exemplos de equipamentos utilizados.

Medidas mitigadoras:

São realizadas medições dos níveis de ruído ambiental, por empresa externa devidamente qualificada e certificada para o efeito, nos pontos identificados como mais indicados. Esta medição deve ser feita com as máquinas em movimento no local de extração e nos caminhos de circulação dos veículos pesados afetos à mesma, durante o horário de laboração, para posterior comparação com a medição do ruído na ausência desta atividade durante esse mesmo período. Esta monitorização deve ser feita sazonalmente (em todas as fases do projeto), para posterior implementação das medidas de prevenção que se venham a considerar mais eficazes e adequadas, caso venha a ser necessário e/ou exigível.

Algumas das medidas passíveis de se tomar para minimização dos impactes são:

- Manutenção dos equipamentos em bom estado de operacionalidade para que não causem excesso de ruído além daquele produzido pelo seu normal funcionamento;
- Planeamento criterioso do processo produtivo para que não haja alterações sucessivas das frentes produtivas, criando focos de ruído desnecessários;
- Montagem de forras de borracha nos “*dumpers*” e nas caleiras de entrada e cobertura das correias de transporte e das instalações abertas;
- Tentar facilitar o acesso das escavadoras e camiões para evitar que tenham de percorrer caminhos muito longos.

4.1.3 Solo

Os impactes no solo têm diversas causas. Inicialmente na fase de instalação, constituída essencialmente pela desmatção, limpeza e remoção do solo de cobertura, que é um dado inerente à fase inicial das explorações a céu aberto, pois é necessário preparar as zonas de extração e colocar a descoberto as massas ou depósitos minerais que se pretende explorar, é induzida a uma perda de solo natural que constitui o principal impacte, mas também faz com que ocorram alterações na morfologia e riscos sobre os terrenos por causa da alteração dos fatores que estabilizam o meio físico (13). Na fase de exploração, decorrem as operações conducentes ao desmonte do depósito caulínico, com a consequente alteração da morfologia do local. Nesta fase, haverá um impacte geológico irreversível resultante da remoção do caulino e consequente “destruição” da formação geológica e um impacte visual temporário, resultante da depressão criada com a alteração da morfologia do terreno, devido à escavação (25). Por outro lado, a implantação das instalações industriais e a circulação de equipamentos móveis pode levar a uma

excessiva compactação do solo, o que causa impactes a nível das propriedades hidrológicas do solo e da sua capacidade produtiva (16).

Outro possível impacto é a indevida deposição, por parte de terceiros, de resíduos industriais de cariz não geológico constituídos por materiais tóxicos e não biodegradáveis, que podem provocar a degradação das características físico-químicas e biológicas dos solos, impacto que também se reflete na fauna e na qualidade das águas (16).

Medidas mitigadoras:

- Preservar o solo removido fora do perímetro das atividades de exploração, repondo-o posteriormente na fase de desativação (12) (Figura 34);

- Armazenar o solo removido em pilhas, preservando o volume e características produtivas, para que seja possível a sua reutilização nas ações de recuperação paisagística (16) (Figura 34);

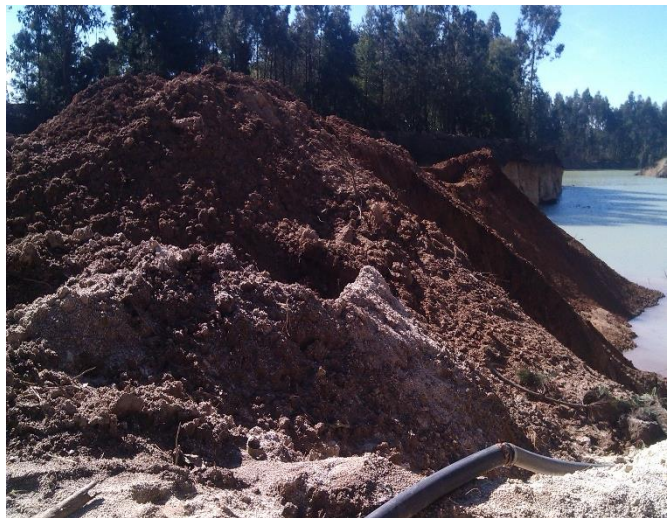


Figura 34 – Solo removido do Campo de Exploração Gandra 3 armazenado em pilha no Campo de Exploração Gandra 1.

- Enquanto não são utilizados na recuperação do local ou em aterros de materiais, as pilhas também podem ser empregues para construir barreiras anti poeira e anti ruído ou colinas artificiais;
- Na zona de instalações anexas e de trânsito de maquinaria onde o solo, em geral, permanece, é de evitar o derramamento de ácidos, produtos tóxicos ou óleos (12);
- Relativamente aos materiais finos produzidos, alguns podem ser utilizados na agricultura como fertilizantes carbonatados, enquanto outros podem ser usados na produção de betão pré-fabricado (24).

4.1.4 Água

Em explorações de céu aberto há que ter em consideração a distinção entre as águas que ocorrem abaixo do nível freático e aquelas que surgem acima deste. No caso das primeiras, existe todo um sistema de drenagem necessário, sujeito a uma cuidada gestão hidráulica, enquanto nas segundas apenas há necessidade de gestão dos caudais pluviais. A exploração pode ainda carecer de grandes consumos de água para dispersão de poeiras, tratamento mineralúrgico ou

fragmentação por via húmida. Regra geral são utilizadas águas excedentes para estes fins, contudo pode eventualmente tornar-se imprescindível o recurso a cursos de água (12).

A exploração em estudo ocorre abaixo do nível freático, pelo que requer um sistema de drenagem mais complexo e uma gestão dos caudais pluviais cuidada.

O impacto sobre as águas pode manifestar-se por contaminações químicas e/ou físicas. Uma contaminação química reflete-se por uma alteração da composição da água e pode afetar tanto cursos de água superficiais como subterrâneos. Uma contaminação física resulta do arrastamento de partículas finas e afeta apenas as águas superficiais (13).

❖ **Água superficial**

Na fase de instalação, ocorre a desmatção e decapagem dos terrenos, assim como a circulação de máquinas no local, pelo que pode haver interferências na rede de drenagem superficial, assim como a emissão de poeiras e partículas, com posterior deposição e transporte pelas águas de escorrência pluvial até às linhas de água existentes na área em estudo, com o consequente aumento da turbidez. Pontualmente, pode também ocorrer um aumento da compactação do solo provocada pela circulação de máquinas, o que poderá reduzir a capacidade de infiltração das águas pluviais no solo e aumentar as escorrências. No entanto, dada a dimensão do projeto, não se prevê um impacto significativo (25).

❖ **Água subterrânea**

As águas subterrâneas, por sua vez, consistem fundamentalmente nas águas intersticiais existentes em certas rochas porosas. Geralmente, nos trabalhos de exploração tenta-se manter o nível mais profundo de extração acima do nível freático, contudo, as condições hidrogeológicas ou a natureza do mineral a extrair nem sempre o permitem e em alguns casos a extração é feita debaixo de água, como ocorre no campo de exploração em estudo.

A extração de minerais não-metálicos liberta poucas substâncias perigosas, o que faz com que os impactos sobre as águas em termos de características químicas sejam pouco significativos (24). Como já foi referido anteriormente, as águas subterrâneas não são muito passíveis de sofrer contaminação física, sendo mais afetadas quando se trata de contaminações químicas, que nesta exploração são pouco significativas. Os riscos em causa para as águas subterrâneas quando a extração é feita a níveis inferiores ao nível freático dizem respeito, então, à criação de lâminas de

água muito extensas, com risco de depressão do aquífero por evaporação, degradação de água por eutrofização ou contaminação química do aquífero (13).

Na fase de exploração, em zonas de escavação abaixo do nível freático, poderá haver ressurgimento de água, com a consequente acumulação e eventual necessidade de bombagem para o sistema de drenagem (25). Contudo, na fase de recuperação, prevê-se a melhoria, a prazo, da capacidade de infiltração no solo, assim como da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Medidas mitigadoras:

- Relativamente aos efluentes líquidos gerados, as medidas para contrariar os seus impactes consistem em devolver ao meio águas neutras não contaminadas e procurar reter a parte sólida dentro dos limites da exploração. Isto pode ser obtido por meio de:

- Tratar as águas lodosas e, possivelmente, ácidas;
- Depositar os efluentes polposos em bacias emparedadas de sedimentação de lamas e recobrir com líquido permanente essas bacias para evitar a oxidação dos sulfuretos e subsequente acidificação;
- Fazer recirculação da fase líquida dos efluentes mineralúrgicos;
- Interceção das águas pluviais após lixiviação de depósitos estéreis fragmentados e seu lançamento na bacia referida;
- Não obstante os seus custos, o controlo analítico da qualidade dos efluentes é um requisito básico das empresas mineiras (12).

- Bombar água subterrânea pura por intermédio de furos de captação em locais selecionados em redor de uma exploração. Esta medida não só facilita a extração, como também preserva os recursos aquíferos e permite o seu uso racional (24);

- Utilização de sistemas de circuito fechado, isto é, a água usada passa através de lagoas de sedimentação antes de regressar ao tratamento, o que resulta em menores consumos de água fresca no processo;

- As lamas resultantes podem retomar ao processo ou ser recicladas como produtos secundários. Por exemplo no caso dos caulinos, o tratamento de uma tonelada de caulino requer cerca de 6 m³ de água, mas 98% dessa água pode ser reciclada internamente e reutilizada (24);

- Os óleos usados nos circuitos hidráulicos dos equipamentos devem ser, sempre que possível, biodegradáveis para evitar poluição a longo prazo no caso de derrame;

- Importante criar zonas anti fuga para armazenar hidrocarbonetos e seus desperdícios (24);
- Armazenamento da água resultante da exploração em tanques ou bacias criadas para o efeito, de modo a corrigir a sua turbidez e outros parâmetros, se necessário;
- Levantamento de todos os pontos e linhas de água, avaliação dos seus parâmetros físico-químicos, medição de caudal e permeabilidade dos terrenos de modo a avaliar a situação de referência à posterior monitorização periódica em cada época do ano e no final da exploração.

4.1.5 Fauna e flora

Um projeto mineiro não pode ser implementado em zonas de reserva ecológica destinadas a proteger espécies biológicas indígenas, tantas vezes raras ou mesmo em vias de extinção (12). Fora destas zonas as atividades mineiras ocorrem, podendo a fauna e a flora ser afetadas por elas, temporária ou definitivamente.

O principal impacto das atividades extrativas sobre a fauna e a flora ocorre com a remoção do coberto vegetal da área de exploração para preparação das zonas de desmonte, que se traduz numa destruição do habitat. Os níveis de ruído, enfraquecimento das estruturas vegetais e presença humana levam ao afastamento da fauna existente na área de exploração e sua envolvente durante toda a fase de exploração (16). Estes impactos podem alcançar níveis alarmantes quando se extraem minerais de cursos de água ou de margens de rios, pois ao eliminar a vegetação ripícola produz-se um aumento da erosão e da carga sólida, o que modifica o leito do rio e a dinâmica fluvial e tem como consequência a destruição da vida piscícola. Também a contaminação química de solos pode impedir o crescimento da vegetação, bem como as altas concentrações de metais pesados dissolvidos ou em suspensão nos cursos de água, que destroem a biótica subaquática. As poeiras depositadas na vegetação também têm impacto na medida em que diminuem a função fotossintética e a transpiração das plantas.

No entanto, prevê-se que, também relativamente a estes aspetos, o impacto da exploração em causa seja pouco significativo, temporário, de baixa magnitude e reversível (25).

Medidas mitigadoras:

- Sempre que possível, implantar as novas construções em áreas que *a priori* sejam desprovidas de coberto vegetal;
- Definir previamente os trajetos utilizados pelos equipamentos móveis;

- Fasear a desmatção e remoção de solos;
- Efetuar trabalhos fora das épocas de nidificação e reprodução;
- Possibilitar a existência de corredores de fuga para animais de locomoção mais lenta;
- Preservar as linhas de água que se encontrem na envolvente da mina (16);
- Como forma de controlo, deve medir-se periodicamente os níveis de concentração de metais nocivos na fauna e flora durante a fase operacional do projeto, comparando-os com os existentes anteriormente (12);
- As medidas minimizadoras descritas relativas aos impactes sobre a água e o ar, quando devidamente adotadas e controladas, são geralmente suficientes para impedir ou anular significativos danos biológicos (12).

De salientar uma situação mais particular: quando se está perante habitats de grande valor que dependem diretamente dos substratos geológicos subjacentes, substratos estes que são também um recurso mineral valioso. Perante esta situação, os habitats não podem ser conservados *in situ* e a melhor maneira possível de mitigar a perda deste ecossistema será a sua preservação através do seu realojamento, isto é, a remoção e subsequente substituição num novo local de uma coleção completa de plantas e animais, com o objetivo de preservar o valor de habitats típicos. Este é um método radical utilizado apenas em habitats importantes e não faz sentido que se aplique em todos os casos. Na maioria das situações ocorre simplesmente a substituição de um habitat por outro ou uma destruição temporária do habitat original (24).

Apesar de todos os impactes negativos já referidos, muitas vezes a indústria extrativa cria habitats novos e diferentes. Por exemplo, em regiões onde a agricultura intensiva ou a densidade populacional destruíram a natureza, as espécies vegetais e animais podem procurar refúgio em antigas áreas de exploração ou mesmo em explorações ainda em atividade. Até certo ponto, as explorações podem vir a compensar o desaparecimento dos habitats naturais pela criação de novos biótipos (24).

4.1.6 Social, económico e cultural

O Homem como trabalhador integrado ou que faz parte das comunidades envolventes no projeto é submetido a um grande número de impactes negativos, estando sujeito a acidentes e doenças profissionais, para as quais existem diretivas e regulamentações próprias de higiene e segurança. Contudo, ocorre o impacto positivo do rendimento proporcionado pelo emprego.

Nas comunidades, o projeto mineiro pode apresentar um certo número de impactes no seu quotidiano, principalmente quando se tratam de explorações a céu aberto, onde coexistem ruídos das máquinas, vibrações dos solos, projeções de sólidos e emissões de poeiras (12). Como impacte positivo, salienta-se o facto das empresas do setor extrativo situarem-se muitas vezes em zonas afastadas dos grandes centros urbanos, o que faz com que se tornem um motor de desenvolvimento de atividades comerciais e estimulem o emprego e a formação profissional, o que pode ajudar a fixar as populações nas regiões em risco de desertificação (16).

No que diz respeito ao património cultural do País, pode referir-se que, ocasionalmente, durante trabalhos de prospeção, pesquisa ou de exploração mineira, se recolhem achados arqueológicos e testemunhos históricos valiosos, o que constitui um impacte positivo para o património cultural do País (12). Até à data, não foram detetados quaisquer vestígios arqueológicos na área de exploração em questão, contudo, quanto a eventuais achados arqueológicos decorrentes da atividade mineira, deve ser cumprido o disposto na alínea d) do n.º 2 do artigo n.º 54 do Decreto-Lei n.º 88/90 de 16 de março, que refere a obrigação da sua comunicação à Direcção-Geral por parte do concessionário e paragem dos trabalhos até decisão daquela entidade.

Medidas mitigadoras:

- Uma correta aplicação das medidas mitigadoras apresentadas anteriormente para os restantes impactes, diminui consequentemente o impacte para o Homem (12);
- Forte implementação de espécies vegetais de grande porte à volta da exploração contribui principalmente para a mitigação de impactes relativos ao ruído e ao impacte visual, que são no fundo os impactes que mais são apontados pelo Homem;
 - Realização de uma prévia análise de elementos bibliográficos sobre a região em estudo;
 - Visitas técnicas aos sítios arqueológicos registados na área em estudo;
 - Realização de trabalhos de reconhecimento arquitetónico da área de exploração e da sua envolvente (16);
- Em certos casos, a conservação das explorações passa pela preservação de locais de interesse arqueológico e histórico (24).

4.1.7 Ordenamento do território e tráfego

❖ Ordenamento do território

Os impactes no ordenamento do território estão relacionados com o enquadramento da atividade extrativa nas classes de uso do solo e áreas regulamentares definidas, para espaço ocupado e/ou a ocupar, nos instrumentos de planeamento e de ordenamento territorial em vigor (16).

Medidas mitigadoras:

- A medida de mitigação no sentido de ordenamento do território baseia-se essencialmente na promoção da integração paisagística das explorações durante a sua vida útil. Deve-se tentar restituir as áreas em exploração à medida que esta avança, bem como assentar a gestão da exploração numa estratégia que tenha o objetivo de desenvolver a atividade extrativa em harmonia com o ordenamento do território e com a qualidade do ambiente (16).

❖ Tráfego

Relativamente aos impactes na rede rodoviária, de acordo com boas práticas ambientais e sociais, o material extraído não viaja mais do que uns quilómetros desde o local de produção.

As deslocações efetuadas devem-se principalmente à transferência entre os locais de extração e os de tratamento ou entre os locais de extração e os de transporte/distribuição, no caso do produto vendido bruto. As instalações de tratamento situam-se, dentro do possível, perto das explorações, contudo, por vezes não é possível ter a instalação de tratamento junto da zona de exploração, devido à topografia da área não ser a mais adequada ou ao impacte da construção da instalação ser demasiado elevado, entre outras causas. Acontece também que muitas vezes as oficinas são rodeadas de várias explorações mineiras separadas, que são exploradas em sequência durante o tempo de vida da mesma. Nestes casos, as instalações de tratamento não são demolidas e reconstruídas de cada vez que o local de extração se desloca alguns quilómetros (24). O último caso é o que acontece na mina em estudo, cuja instalação de tratamento se situa em Barqueiros, a cerca de 10 km.

Em suma, os impactes causados na rede rodoviária estão relacionados com o tipo de rodovia que serve a exploração e com as alternativas existentes para que o tráfego proveniente da exploração possa evitar atravessar populações e a forma como a carga é colocada nos camiões e expedida (16). Apesar de tudo, nem todos os impactes são negativos. Por vezes, em algumas zonas

remotas, pode acontecer o próprio explorador ter de construir ou reparar estradas e linhas ferroviárias para poder transportar os materiais e, neste caso, a zona acaba por beneficiar com a exploração (24).

Medidas mitigadoras:

- Na entrega de material deve ser imposto às empresas transportadoras limites de carga (Figura 35), uma boa acomodação, limpeza das viaturas e rodas, aspersão e cobertura dos materiais para evitar emissão de poeiras;

- Os camionistas, caso se verifique a passagem por aglomerados populacionais, devem ser alertados para a necessidade de redobram os cuidados de condução (16);



Figura 35 – Balança para controlo de carga na instalação de tratamento da Quinta da Antónia.

- Uma solução mais complexa será a construção de uma estrada industrial que desvie o trânsito das estradas secundárias e congestionadas ou a instalação de correias de transporte subterrâneas ou mesmo sistemas de transporte por cabo aéreo.

4.1.8 Paisagem

De uma forma geral este tipo de impacto está relacionado com a topografia da área, o tipo de vegetação e o tipo de paisagem (24). Distinguem-se três fatores a ter em conta: a qualidade paisagística, isto é, o valor intrínseco da paisagem do local; a fragilidade da paisagem, definida como a capacidade de resposta da paisagem para absorver a ação antrópica, depende da topografia, altura, diversidade de estratos, contraste cromático e estacionaridade da vegetação; e influência visual, cujos elementos básicos para a sua determinação são os pontos de observação mais relevantes (13).

É difícil medir quantitativamente o impacto visual e é geralmente aceite que o valor de uma paisagem é algo subjetivo. Quando o impacto é produzido numa região de paisagem de rara beleza é notoriamente negativo, porém, em locais remotos, inabitados ou cujas paisagens não têm significado especial, o mesmo conceito pode suscitar dúvidas e levantar polémicas intermináveis (12). Apesar de o grau de significado e magnitude dos impactos na paisagem não ser algo que se possa facilmente discutir em termos absolutos, um modo deste poder ser aferido

será confrontar o valor da paisagem de referência com a dimensão de espaço afetado e com o ordenamento e organização dos meios industriais presentes nesse espaço (16). Quando ocorrem posições antagónicas, entende-se que a opção deve ser encontrada numa base de bom senso, cabendo à sociedade decidir qual dos recursos naturais, se a paisagem se a substância mineral, deverá ser valorizado (12).

Os impactes visuais negativos necessitam de ser considerados em todas as fases de um empreendimento mineiro. Devem ser ponderados logo na fase de projeto e, sempre que possível, deve controlar-se as medidas mitigadoras na fase de exploração, nunca perdendo de vista que na fase de desativação haverá que implementar o Plano de Recuperação Paisagística (12).

A área a ser explorada está plenamente integrada em zonal de pinhal, não habitada, por onde circula trânsito quase exclusivamente rural. O terreno em questão tem apenas uma frente pouco extensa, que lhe serve de entrada por confrontar com um caminho público em "terra batida". As outras confrontações são com terrenos vizinhos que, ou já foram explorados e recuperados, tendo ficado a sua reflorestação a cargo da própria natureza, ou são constituídos por pinhal. A área de exploração está, assim, pouco exposta visualmente a quem passa, existindo uma boa capacidade de absorção visual devido a esse facto (25). Considera-se, por isso, que apesar de existir um impacte negativo inevitável, pelo facto de a exploração só poder ser feita a céu aberto, este é pouco significativo, temporário, direto, de baixa magnitude, certo, local e reversível (25).

Medidas mitigadoras:

- Implementação de uma rigorosa execução do projeto de escavação;
- Constituição de cortinas arbóreas;
- Organização da área industrial em equilíbrio com a envolvente;
- Reduzir a superfície das áreas expostas, por exemplo, recuperando áreas já trabalhadas;
- Quando a composição da jazida é menos importante ou onde é particularmente uniforme na sua composição, a extração e a recuperação podem ser feitas em simultâneo (24);
- Os impactes causados pela deposição de rocha rejeitada em escombreyas podem ser mitigados através da redução de rocha rejeitada à saída do desmonte, bem como pelo aproveitamento deste material para produção de material de qualidade inferior, pela deposição dos materiais na escombreyas de forma a possibilitar a futura utilização e construção da escombreyas obedecendo a critérios ambientais, técnicos e económicos (16).

Capítulo 5

Plano de recuperação paisagística

Um Plano de Recuperação Paisagística visa à reintegração paisagística e biológica da zona de exploração, promovendo uma integração na região em redor. Deve atender sempre às condições legais, promovendo a procura de benefícios entre os proprietários e as populações após o término das atividades de exploração mineira.

A fase de desativação pode, assim, conduzir a diferentes soluções de recuperação paisagística, podendo este termo ser subdividido em três conceitos principais, de acordo com o modelo que se pretende adotar (12) (26) (27):

- Restauração – procura devolver à natureza o ambiente original da zona afetada, isto é, reconstituir o seu estado original;
- Reabilitação – que assume uma alteração paisagística e procura produzir um ecossistema alternativo compatível com a envolvente;
- Reconversão – aponta para uma utilização do espaço e sua função distintos daqueles que existiam inicialmente.

Como já foi mencionado anteriormente, nas explorações a céu aberto as medidas minimizadoras dos impactes visuais têm de ser previstas na fase do projeto e as medidas de recuperação paisagística executadas posteriormente, na fase de abandono.

Uma das medidas primordiais é a adoção do princípio do mimetismo ambiental, que consiste em disfarçar na paisagem os efeitos gerados pela exploração, sendo a solução mais comum a cortina arbórea ou painel artificial colocado estrategicamente de modo a encobrir a exploração. A recuperação paisagística enfrenta diferentes problemas consoante se trate de extração em flanco de encosta ou em corta. No caso da exploração em estudo trata-se de uma exploração em corta.

Nas explorações cujos desmontes desceram algumas dezenas de metros, a sua recuperação, por motivos de impacto visual e até de segurança, passa geralmente pelo enchimento do espaço vazio, que oferece diferentes modalidades de concretização, sendo as mais comuns: preenchimento com inertes ou estêreis minerais, preenchimento com resíduos não tóxicos,

preenchimento com águas pluviais ou correntes. Este tipo de procedimentos asseguram a reconstituição ou reabilitação, mas em qualquer caso a modalidade deve ser decidida na fase de projeto e indicada no Plano de Recuperação Paisagística.

Uma etapa em comum a qualquer recuperação será a modelação dos terrenos. Existem seis tipos de intervenção neste âmbito (Figura 36): enchimento completo – renivelamento (A); enchimento reduzido (B); enchimento quase completo (C); enchimento parcial – enchimento pouco significativo (D); enchimento mínimo – manutenção (E); ausência de enchimento - abandono controlado (F) (28).

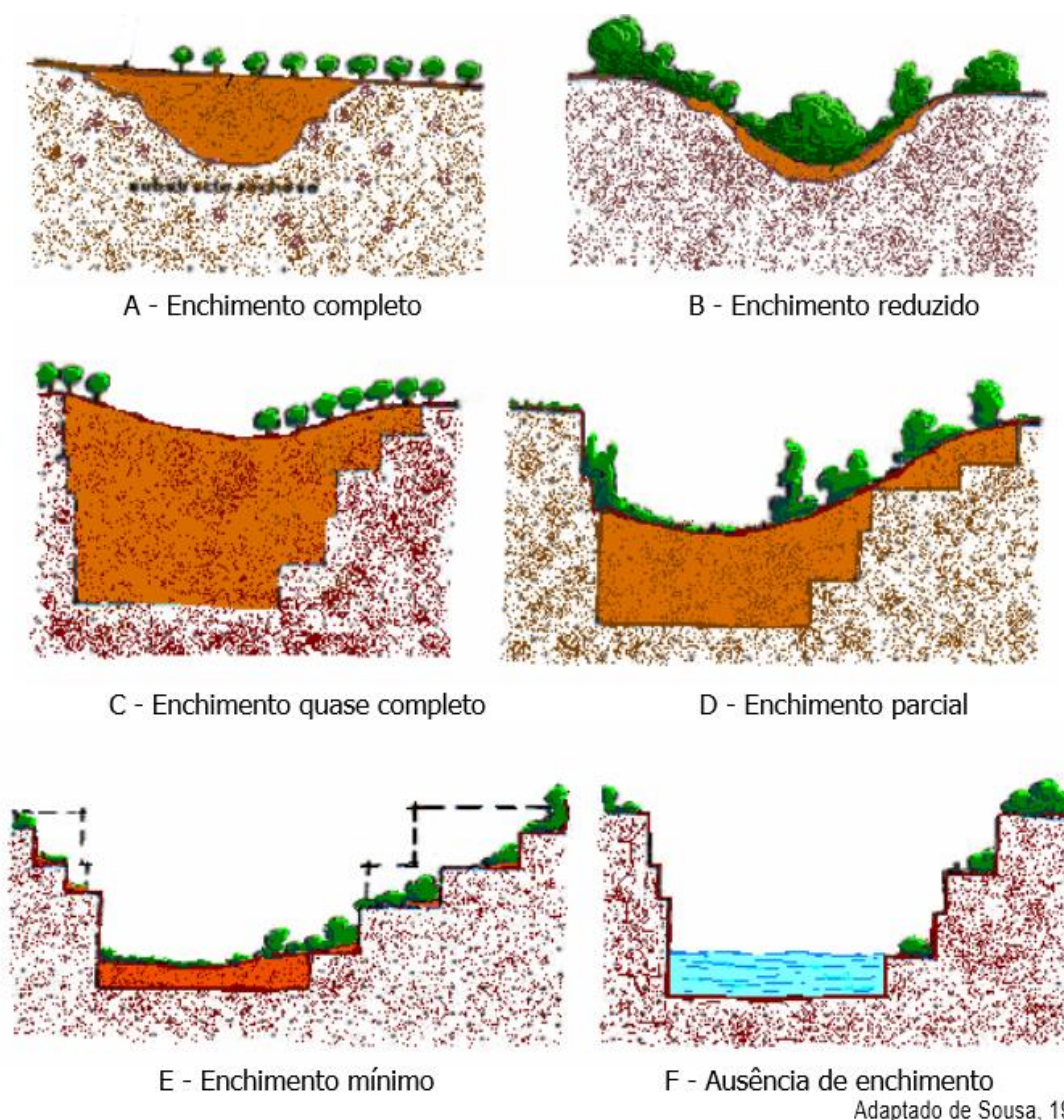


Figura 36 – Esquema dos tipos de intervenção na recuperação de minas e pedreiras em corta a céu aberto.

5.1 Etapas de recuperação

As etapas de recuperação compreendem dois pontos: a modelação e o revestimento. Neste trabalho serão apresentadas três propostas para a recuperação paisagística desta exploração.

A etapa da modelação consistirá no enchimento completo da depressão criada pela exploração e será comum a todas as propostas. A etapa do revestimento, por outro lado, difere consoante o tipo de uso final que se pretende dar ao solo.

5.1.1 Modelação

Para enchimento dos vazios de escavação recorre-se aos materiais inertes provenientes da própria exploração (Capítulo 01 do Código LER) e resíduos inertes resultantes de obras da região (Capítulo 17 do Código LER).

O tratamento do caulino e a lavagem das areias resultantes desta exploração são realizados na Quinta da Antónia, como tem vindo a ser referido, pelo que seria necessário o transporte dos resíduos resultantes desses tratamentos novamente até ao local de exploração. Estes resíduos são inertes, uma vez que não sofrem transformações químicas ou biológicas, não sendo solúveis ou inflamáveis, nem tendo propensão para reagir física ou quimicamente. Por outro lado, não são biodegradáveis, uma vez que são substâncias minerais, nem têm tendência a afetar negativamente outras substâncias com as quais entrem em contacto, de forma a aumentar a poluição local ou prejudicar a saúde humana. A lixiviação total, conteúdo poluente dos resíduos gerados e ecotoxicidade do lixiviado não são significativos, não pondo em perigo a qualidade das águas.

Os restantes resíduos que podem vir a ser utilizados no preenchimento da depressão, que não resultam da extração em si, são fundamentalmente procedentes de restos de demolições de construção civil, de materiais sobrantes de escavações para construção civil ou outros que, pelas suas características, possam ser considerados como sendo inertes, como por exemplo o betão, tijolos, ladrilhos, telhas, materiais cerâmicos, vidro, solos e rochas. Estes resíduos só serão aceites quando isentos de materiais como metais, plástico, matérias orgânicas, madeira, borracha, etc., sendo as suas origens sempre conhecidas. Não serão aceites resíduos com substâncias inorgânicas ou orgânicas perigosas, como o caso de pesticidas ou outras substâncias

semelhantes, bem como resíduos cobertos ou pintados com materiais que contenham substâncias perigosas em quantidades significativas.

A recuperação paisagística será iniciada então com o enchimento gradual da depressão criada pela exploração. O local permanecerá aberto dentro de um horário de laboração idêntico ao da fase de exploração. Será feita a receção, verificação e triagem dos materiais rececionados, que serão imediatamente recusados caso não estejam dentro dos parâmetros definidos. Uma vez feita a triagem, colocando a terra vegetal de parte, para a fase final de enchimento, o restante material será empurrado para dentro da escavação, sendo ao mesmo tempo compactado por equipamento apropriado disponível (nesta caso, um *bulldozer*).

Será necessário ter em conta a estabilidade do terreno aquando a execução deste Plano. Para tal, recorrer-se-á à colocação de camadas com cerca de 1m de altura, seguidas de operações de compactação através da passagem de maquinaria pesada, repetindo esta operação quantas vezes for necessário até que o aterro esteja cheio. Deste modo, evitam-se fenómenos de deslizamento e subsidência no interior do aterro (25).

Prevê-se uma capacidade de enchimento de cerca de 250 000 - 300 000 m³, após compactação.

5.1.2 Revestimento

❖ Hipótese A

A primeira hipótese apresentada foca a vertente de lazer. Uma vez que se dispõe de uma área relativamente grande (cerca de 24 000 m²), existe alguma diversidade de projetos passíveis de serem implementados neste local. A criação de um espaço de lazer acarretará sempre custos, contudo, certas atividades permitem que, eventualmente, se obtenha o retorno do investimento, pois geram lucro, como é o caso da hipótese apresentada de seguida.

Sugere-se a utilização do espaço para criação de um campo de minigolfe. Esta recuperação segue o conceito de reconversão do local, dando uma utilização ao espaço para um fim diferente do primordial. Este projeto apresenta inúmeras vantagens: é uma atividade desportiva e de lazer que pode ser apelativa a várias faixas etárias; a procura de eventos motivacionais e comemorativos é extremamente grande hoje em dia e gera resultados significativos; é uma atividade que não causa grandes alterações em termos paisagísticos, podendo integrar-se de forma harmoniosa na

paisagem (Figura 37); e, neste local em particular, apresenta ainda a grande vantagem de poder vir a ser o único campo de minigolfe da zona.



Figura 37 – Campo de minigolfe integrado na paisagem em West Nyack, Nova York.

O primeiro passo na criação de um espaço direcionado a este tipo de atividade será indubitavelmente a aquisição das devidas licenças para construção. Será necessário verificar a legislação correspondente e respeitar as regras de sinalização, estacionamento e seu paisagismo, tendo também em atenção as fontes de iluminação e o controlo de ruído. Obtidas as licenças, o projeto pode então avançar.

Um campo de minigolfe requer bastante imobiliário. Como a área em questão é relativamente elevada para o normal deste tipo de projetos (dispõe-se de 24 000 m², quando os campos de minigolfe são facilmente implantáveis em locais com áreas à volta de 500 m²) pode-se adicionar ao projeto locais como, por exemplo, uma loja especializada, áreas de piquenique e mesmo uma zona semiprivada para eventos de grupo, como festas de aniversário, o que fará aumentar o fluxo de adesão e, consequentemente, a receita. O local deve ainda ser provido de serviços de alimentação. O material de construção escolhido para o projeto deve ser de baixa manutenção. A superfície de relva artificial de jogo deve ser de qualidade elevada para suportar os elementos por vários anos sem necessitar de ser substituída.

Para além destas infraestruturas, deve-se dar igualmente atenção aos acessos ao local, devendo estes ser devidamente sinalizados e melhorados em termos de pavimento. Detalhes como escadas, rampas, passeios, pisos, corrimões, etc., devem ser adotados se necessário.

Quanto à área circundante, esta deve ser mantida com a maior cobertura vegetal possível, evitando a propagação de ruído. No caso dos níveis de ruído nas zonas sensíveis se encontrarem acima dos limites permitidos por lei, mesmo com a barreira arbórea, devem ser implementadas barreiras acústicas ao longo das frentes de ruído do local.

O *design* escolhido deve ter em conta as várias faixas etárias. Um bom paisagismo é desde já um excelente ponto de partida para este efeito, pois é um fator que ajuda a tornar o local mais apelativo e agradável, e o facto do campo de exploração Gandra 1 dispor de uma lagoa é um fator que proporciona um ambiente paisagístico excelente para lazer, que aliado à construção do campo de minigolfe certamente representará um atrativo para mais população.

O *design* dependerá sempre dos recursos financeiros disponíveis, contudo, o investimento num bom *design* será um fator significativo para o aumento de procura pelo local. Nas figuras seguintes apresentam-se alguns exemplos de campos de minigolfe por todo o mundo que investiram em *designs* apelativos.



Figura 38 – Citygolf, Porto. (resultado da recuperação do jazigo de caulino da Senhora da Hora).

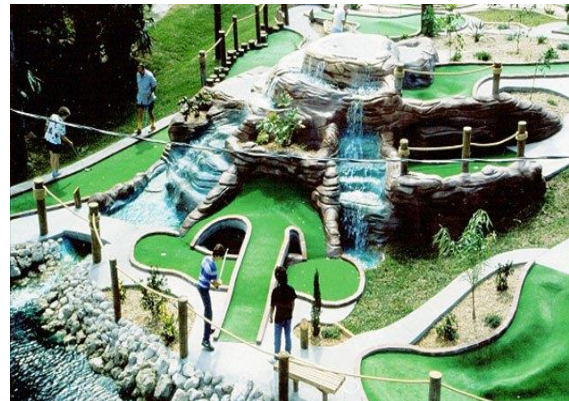


Figura 39 – Campo de minigolfe em Southeast Michigan.



Figura 40 - Projeto de "David Theming Works" para campo de minigolfe.

É possível ainda a utilização deste espaço por parte de empresas para promover o lançamento dos seus produtos (relacionados de alguma forma com o golfe), o que pode trazer grandes benefícios, quer ao espaço, quer aos patrocinadores.

Para que a criação deste campo de minigolfe como uma atividade de lazer seja melhor sucedida, deve tentar-se dar ao empreendimento visibilidade na imprensa.

Posto isto, é inteligível afirmar que o minigolfe é uma excelente forma de criar um pequeno negócio rentável. Contudo, os rendimentos provenientes deste negócio teriam de ser meticolosamente estudados num estudo económico e de rentabilidade, o que não se encontra abrangido por este trabalho.

❖ Hipótese B

Em alternativa, sugere-se uma recuperação paisagística com vista a uma futura utilidade agrícola do terreno. O clima mediterrânico associado aos recursos hídricos abundantes naquela área (lagoa ao lado permite o armazenamento de água), ao aumento da fertilidade do solo após a exploração e ao facto do relevo ser pouco acentuado são quatro dos fatores que contribuem para o sucesso deste tipo de solução. Este tipo de recuperação é já comumente efetuada pela MIBAL, tendo vindo a ter sempre grande sucesso devido à fertilidade dos terrenos. Pode-se observar na Figura 41 um antigo campo de exploração, perto da área em estudo, que foi reabilitado para uso agrícola e se encontra, neste momento, com plantação de milho.



Figura 41 – Campo de exploração recuperado no sentido de aproveitamento agrícola.

Este tipo de recuperação consiste no conceito de reabilitação, assumindo mudanças paisagísticas e optando pela produção de um tipo de ecossistema alternativo.

Após a fase de enchimento até à cota prevista, procede-se à colocação de coberto vegetal, que deve ter pelo menos 1 m de altura. O coberto vegetal inicia-se pela colocação de terra própria para fins de cultivo, devendo esta ser espalhada e compactada de modo a permitir a fixação das plantações que ocorrerão posteriormente (Figura 42).

Uma vez que o terreno da exploração é propriedade da MIBAL, existem duas alternativas possíveis para a exploração agrícola após a colocação do coberto vegetal.

Uma das soluções passa pelo arrendamento do terreno a membros da população e, para esta opção, o Plano de Recuperação Paisagística já não aborda as temáticas relativas ao cultivo, como espécies de plantas ou modo de plantio, ficando toda essa etapa a cargo de quem assumir posteriormente a responsabilidade pela área em questão.

Outra alternativa será deixar que a exploração agrícola fique a cargo da própria empresa. Para este caso, sugere-se a eleição da Agricultura Biológica, uma forma de agricultura que promove práticas sustentáveis e de impacto positivo no ecossistema, através do uso de adubos verdes e compostagem, não recorrendo ao uso de pesticidas, adubos químicos, ou de organismos geneticamente modificados, o que além de ser benéfico à saúde humana, também salvaguarda a saúde dos próprios produtores, ao mesmo tempo que preserva o ambiente da contaminação de poluentes (29). Além de todas estas vantagens em termos ambientais, a superfície cultivada com produção biológica tem vindo sempre a aumentar, incentivada por uma procura que não para de aumentar (30).

Na Europa, a Agricultura Biológica é alvo de legislação específica, estabelecendo normas detalhadas cujo cumprimento é controlado e certificado por organismos acreditados para o efeito.

No que diz respeito às sementes, plantas de viveiro ou outros materiais de propagação vegetativa, a oferta é ainda um pouco escassa, o que pode obrigar à aquisição dos produtos no estrangeiro ou redução da gama de produtos à oferta de mercado nacional. Contudo, caso se pretenda efetuar plantação de frutas, este problema acaba por não ser tão significativo, uma vez que são espécies que não entram imediatamente em produção, pode-se adquirir o material convencional, que sofre depois um período de conversão, que pode acabar por coincidir com o período de não produção (31).

Segundo a Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte (DRAPN), no que diz respeito à produção hortícola, os produtos mais produzidos no Norte são a abóbora, couve portuguesa, espinafre, cogumelos, courgette, cebola, cenoura e pepino, quanto à produção frutícola, são a laranja, tangerina, limão, kiwi, maçã, pera e banana.

Na agricultura biológica a produtividade pode aproximar-se da da produção convencional, embora os riscos de perdas de produção em campo sejam, geralmente, aumentados, pois os fatores de produção disponíveis existem em menor quantidade.



Figura 42 – Recuperação ambiental de antigos areeiros para agricultura - Algarve.

❖ Hipótese C

Por fim, apresenta-se uma alternativa no sentido da reflorestação do local, levando a uma reconstituição do seu estado inicial, isto é, uma restauração.

Este tipo de recuperação, geralmente, é o mais simples. Tal como na Hipótese B, primordialmente é necessária a colocação do coberto vegetal, igualmente com pelo menos 1 m de altura. Após esta etapa existem dois caminhos possíveis:

- O primeiro será deixar o local apenas com o coberto vegetal inicial, deixando que a própria Natureza se encarregue pela colonização do local, em termos de fauna e flora, ao longo do tempo (Figura 43);
- Em alternativa, pode-se efetuar, após a colocação do coberto vegetal, a plantação das espécies consideradas adequadas ao local e semelhantes às existentes antes da exploração, geralmente, as espécies autóctones. De um ponto de vista ambiental, o mais

correto será proceder à plantação de espécies autóctones assim que seja efetuada a colocação do coberto vegetal, pois a presença de flora acelerará a atração da fauna ao local, antecipando a recuperação completa.



Figura 43 – Processo de recuperação de exploração mineira.

5.2 Custos da recuperação

Relativamente à fase de modelação, uma vez que esta etapa é muito comum na maioria das recuperações paisagísticas efetuadas, o seu valor já se encontra estimado na ordem de 150 000 €. Esta etapa da recuperação será realizada num prazo inferior a 3 anos.

Posteriormente, cada hipótese sugerida exige diferentes custos de investimento. Os valores apresentados neste capítulo foram obtidos com base em empreendimentos já existentes, representando estimativas. O valor real do investimento pode não corresponder de forma precisa aos valores aqui apresentados. No caso das Hipóteses A e B, haveria ainda o retorno do investimento eventualmente ao final de um certo período de tempo. Para um conhecimento mais preciso sobre a viabilidade dos projetos e o retorno do investimento seria necessário efetuar previamente um estudo de mercado mais detalhado e específico para cada caso.

❖ Hipótese A

No que diz respeito à Hipótese A, é perceptível que esta é a situação onde o investimento é mais elevado.

Com recurso a uma empresa especialista na construção de campos de minigolfe, foram obtidos diversos orçamentos, que vão desde cerca de 90 000 € até 350 000 €, dependendo da área em que se pretende implementar o projeto. Admitindo que, de toda a área disponível, o campo de minigolfe em si só ocupará cerca de 2000 m², com a implementação de ornamentos com água, como lagos e pequenos riachos, o orçamento estimado estaria na ordem dos 250 000 € (32).

Para além deste orçamento, ainda existirão custos relacionados com a construção de parque de estacionamento, restaurante e eventuais instalações que se venham a revelar necessárias, o que pode fazer com que o orçamento de investimento ascenda para 400 000 €.

❖ Hipótese B

Na Hipótese B, no caso da própria empresa investir na agricultura biológica, os custos variam consideravelmente consoante o tipo de produto que se pretende criar e a área total onde se efetuarão as plantações. Contudo, em todos os casos, os custos de investimento podem ser subdivididos em três etapas: orçamento para a fase de pré-colheita, relativa a custos de plantação e crescimento do produto; orçamento para a fase de colheita, incluindo também o tratamento e transporte dos produtos; e orçamento para investir em mão-de-obra necessária.

As despesas efetivas serão então referentes à mão-de-obra da colheita, amortizações, à maquinaria necessária, sistemas de rega, eletrobombas e despesas com tratamentos fitossanitários – produtos e aplicação. Dependendo do produto, pode ainda ser necessário o investimento em plásticos e sua instalação (estufas), solarização do solo e estrutura dos abrigos (33).

Recorrendo a um estudo realizado em 2014 para diferentes produtos e assumindo que se irá utilizar 20 000 m² da área total para as plantações, os custos podem chegar até 120 000 € (34).

Eventualmente, com a venda dos produtos colhidos, seria alcançado o retorno do investimento. Contudo, a avaliação dos resultados da agricultura biológica deve integrar, não só os rendimentos económicos, mas também o impacto sobre o meio ambiente e a qualidade dos produtos.

❖ Hipótese C

Por fim, no que diz respeito à reflorestação do local através da plantação de espécies autóctones, poder-se-á proceder à plantação de árvores já adultas, como pinheiros e eucaliptos.

Os custos desta reflorestação rondam os 10 000 €.

❖ Sumário

	Hipótese A	Hipótese B	Hipótese C
Modelação	150 000 €		
Revestimento	400 000 €	120 000 €	10 000 €
Investimento total	550 000 €	270 000 €	160 000 €
Lucros futuros	✓	✓	X

Capítulo 6

Considerações finais

Sem dúvida que nos encontramos perante um tipo de atividade que causa elevados impactes ambientais, contudo, estes são geralmente localizados, temporários e reversíveis ou, em muitos casos, melhorados. É necessário caraterizar a natureza destes impactes e efetuar as intervenções necessárias à sua correção ou mitigação, de forma a gerir uma situação em que a indústria extrativa constitui um anátema para muitos setores, quer sociais, quer políticos.

A exploração de um jazigo é composta sempre por várias fases: prospeção, pesquisa, reconhecimento, extração, encerramento e recuperação ambiental do local. O encerramento de uma mina coloca sempre delicados problemas sociais, técnicos, ambientais, financeiros e jurídicos, suscitando a necessidade de uma maior integração e abrangência na sua análise, que deve contemplar a interligação entre as diversas fases do projeto mineiro.

Analisado numa perspetiva distinta podemos considerar três períodos de atividade: o ante-mina, a mina e o post-mina. Os dois primeiros são clássicos e relativamente bem conhecidos, enquanto a importância do período post-mina se tem vindo a impor pelo reconhecimento da existência de explorações mineiras abandonadas, no qual se desenvolvem processos naturais causadores de impactes destrutivos no ambiente, necessitando de intervenções de requalificação ambiental mais complexas e dispendiosas.

É um facto que não existem duas jazidas iguais e isto implica a impossibilidade de soluções de recuperação paisagística padronizadas. Cada caso deve ser criteriosamente estudado, considerando todos os parâmetros envolvidos.

De acordo com as características da área a ser reabilitada e do destino de uso do solo determinado pelo planeamento urbano, é possível diferenciar algumas opções para recuperação: restauração, reabilitação ou reconversão. Estas opções constituem uma visão tão real quanto possível quer das abordagens voluntárias, como das medidas impostas para se conseguir uma extração sustentada. Qualquer dos tipos de recuperação que seja adotado deve ser sempre ajustado às necessidades da zona envolvente e não prejudicar o meio ambiente, baseando-se no respeito

pelos recursos naturais e ambientais, na atenção prestada ao bem-estar das populações locais e na aceitação das realidades económicas que a indústria extrativa enfrenta.

A restauração pode ser muito árdua ou até mesmo inviável, devido às dificuldades em repor a topografia original, o perfil do solo e a totalidade das quantidades de material do solo que foram retiradas, ocorrendo apenas quando a qualidade do meio ambiente original é bastante importante. Por sua vez, a reconversão encontra-se muitas vezes limitada pela inexistência de usos futuros para os espaços e, principalmente, pela falta de poder económico para a realização das obras necessárias. Assim, devido aos condicionalismos enfrentados por estas duas hipóteses de recuperação paisagística, a reabilitação acaba por ser aquela que melhor se adequa a níveis ambiental, social e económico, sendo a hipótese que, por norma, reúne mais consenso e acaba por ser adotada na maioria das situações (26).

Contudo, neste caso em concreto, tendo em vista o uso inicial do solo, a restauração não será tão complexa nem tão dispendiosa, acabando mesmo por ser a opção de recuperação paisagística que apresenta mais vantagens.

Referências

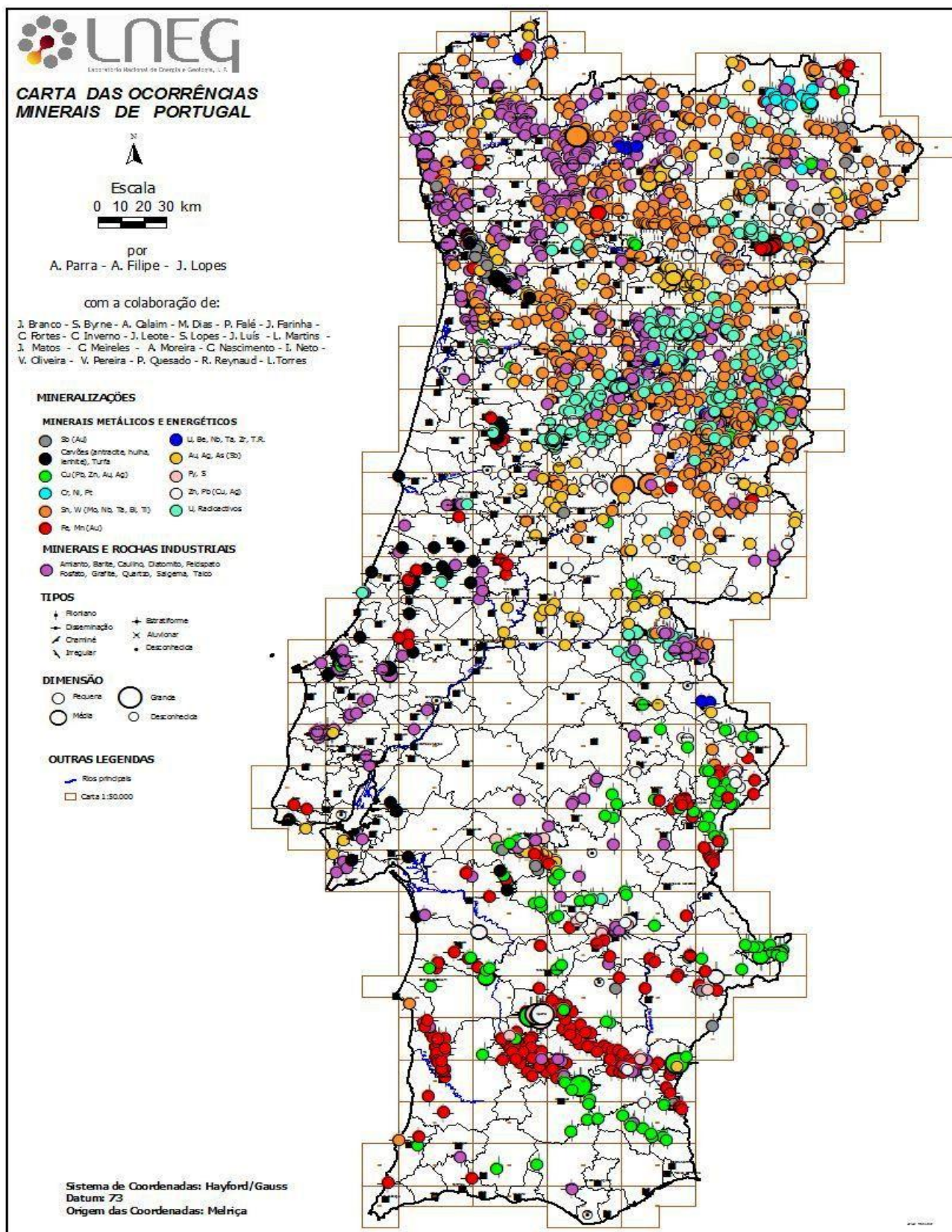
1. **Costa, Luís Rodrigues da.** Recursos Minerais em Portugal: Da indústria extrativa à economia dos georrecursos. *Boletim de Minas*. vol. 39, n.º 3/4, pp. 169-179, 2002.
2. **Ramos, João Manuel Farinha.** LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia. [Online] 14 de outubro de 2009. [Citação: 22 de abril de 2015.] <http://www.lneg.pt/download/2058>.
3. **Cruz, Camila Lima, Vasconcelos, Ana Cecília Feitosa de e Oliveira, Juliana Ribeiro Maia de.** Situação de Impacto Ambiental: o estudo de uma indústria de extração mineral. *Qualit@as Revista Eletrónica*. 2, Vol. 16, 2014.
4. **Andrade, Vítor.** Portugal Regressa às Minas. *Expresso*. 2012.
5. **Caxaria, Carlos.** O Contributo dos Recursos Geológicos para a Economia Portuguesa - Ponto de Situação e Perspetivas 2005-2015. *Boletim de Minas*. vol. 40, n.º 2, pp. 5-16, 2005.
6. **Moura, António e Velho, José Lopes.** Caulino. *Recursos Geológicos de Portugal*. pp. 361-372, 2011.
7. **Sampaio, Armando Cabral de.** Os caulinos da Senhora da Hora. *Boletim de Minas*. vol. 6, n.º 3, pp. 147-162, 1969.
8. **Velho, José Lopes e Gomes, Celso.** Mercado do Caulino: da Estabilidade ao Redimensionamento. *Boletim de Minas*. vol. 35, n.º 1, pp. 17-29, 1997.
9. —. Caulino: Considerações sobre produções, consumos, mercados e respetivas tendências. *Boletim de Minas*. vol. 27, n.º 2, pp. 195-202, 1990.
10. **Velho, José Lopes.** Mercado Mundial do Caulino: Que Perspetivas para o Séc. XXI? *Boletim de Minas*. vol. 43, n.º 2, pp. 103-114, 2008.
11. **Rego, BPC.** Capítulo IV – O movimento ambiental e a ética ambiental como fatores de consciencialização face aos problemas do ambiente. Os primeiros ecos da modernidade reflexiva. *Repositório Universidade Lisboa*. [Online] 2008. [Citação: 13 de março de 2015.]

12. **González, Victor.** A Indústria Extrativa e o Ambiente. *Boletim de Minas*. vol. 27, n.º 3, pp. 311-323, 1990.
13. **Fiúza, António M. A.** Impacte Ambiental Mineiro. Texto de apoio do Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Recursos. *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*. 2009.
14. **Ministério da Indústria e Energia.** Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de março. *Diário da República*. 1ª série, n.º 63, 1990.
15. —. Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de março. *Diário da República*. 1ª série, n.º 63, 1990.
16. **Machado, Filipe Teixeira de Aguiar.** A Indústria Extrativa e o Desenvolvimento Sustentável. *FEUP; GEOMEGA*. 2006.
17. **APA.** Agência Portuguesa do Ambiente. [Online] [Citação: 24 de março de 2015.] <http://qualar.apambiente.pt/>.
18. **ICNF.** Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. [Online] [Citação: 24 de março de 2015.] <http://www.icnf.pt/portal>.
19. **Emprapa Solos.** Cambissolos. *Agência Emprapa de Informação Tecnológica*. [Online] 2006. [Citação: 1 de junho de 2015.] http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5ubswf.html.
20. **Braga, M. A. Sequeira.** Areias e depósitos associados da bacia de drenagem do Rio Cávado. Contribuição para o estudo de arenização. *Universidade do Minho*. 1988.
21. **IPMA.** Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Normais Climatológicas. [Online] [Citação: 1 de junho de 2015.] <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>.
22. —. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Área educativa - Clima de Portugal Continental. [Online] [Citação: 24 de junho de 2015.] <https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>.
23. **Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.** Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro. *Diário da República*. 1ª série, n.º 211, 2013.

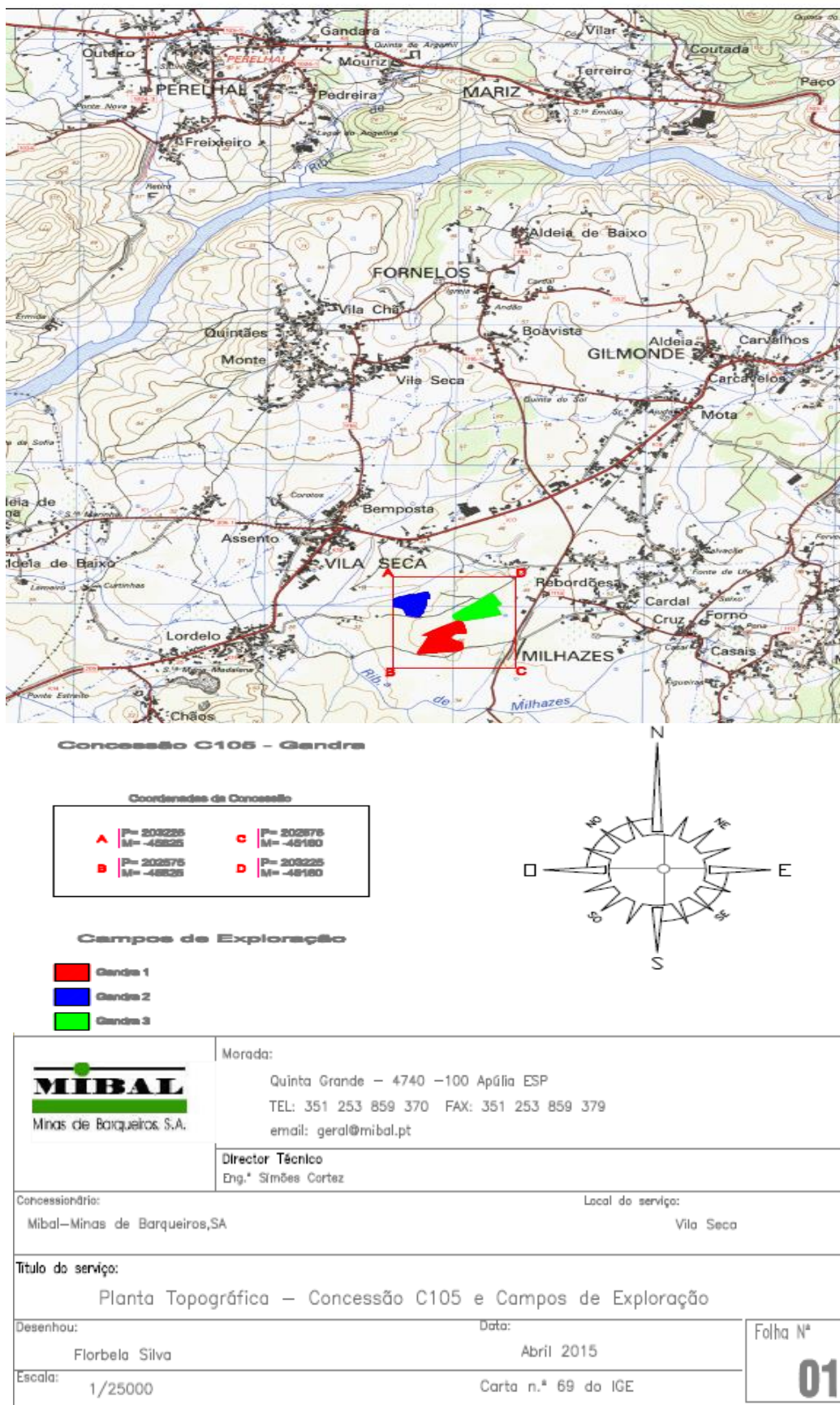
24. **Brodtkom, F.** As boas práticas ambientais na indústria extrativa: Um guia de referência. [Online] 2000.
http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/praticas_ambientais.
25. **Cortez, José António Simões.** Plano de Lavra - Concessão n.º C-105 - Gandra. *MIBAL*. 2015.
26. **Sousa, Luís.** Os granitos de Vila Pouca de Aguiar como factor de desenvolvimento regional. Uma abordagem multidisciplinar. *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*. 2012.
27. **Lopes, Ricardo Jorge Santos.** Estudo de soluções para a implementação do plano ambiental de recuperação paisagística da pedreira da Costa Queimada - Penafiel. *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*. 2010.
28. **Sousa, N. V.** Recuperação de paisagens degradadas e recuperação das pedreiras da Secil. *ISA*. 1993.
29. **Agrobio.** O que é a agricultura biológica? *Associação Portuguesa de Agricultura Biológica*. [Online] [Citação: 2 de junho de 2015.] <http://www.agrobio.pt/pt/o-que-e-a-agricultura-biologica.T136.php>.
30. **Euronews.** Agricultura biológica: um setor a ter em conta na reforma da PAC. [Online] 19 de junho de 2010. [Citação: 5 de junho de 2015.] <http://pt.euronews.com/2010/07/19/agricultura-biologica-um-sector-a-ter-em-conta-na-reforma-da-pac/>.
31. **Barrote, Isabel.** Agricultura Biológica: Caracterização da produção na região Norte. *Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte*.
32. **Miniature Golf Construction Co, LLC.** Cost Levels. [Online] 2010. [Citação: 13 de junho de 2015.] <http://www.minigolfconstructionco.com/cost.html>.
33. **Ferreira, Jorge.** A produtividade e o custo da agricultura biológica. *Esmeralda azul - Revista online de Cristina Sales*. [Online] [Citação: 10 de junho de 2015.] <http://www.esmeraldazul.com/pt/blog/a-produtividade-e-o-custo-da-agricultura-biologica/>.
34. **Chase, Craig e Delate, Kathleen.** Organic crop production enterprise budgests. *Iowa State University - Extension and Outreach*. [Online] novembro de 2014. [Citação: 14 de junho de 2015.] <https://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a1-18.html>.

Anexos

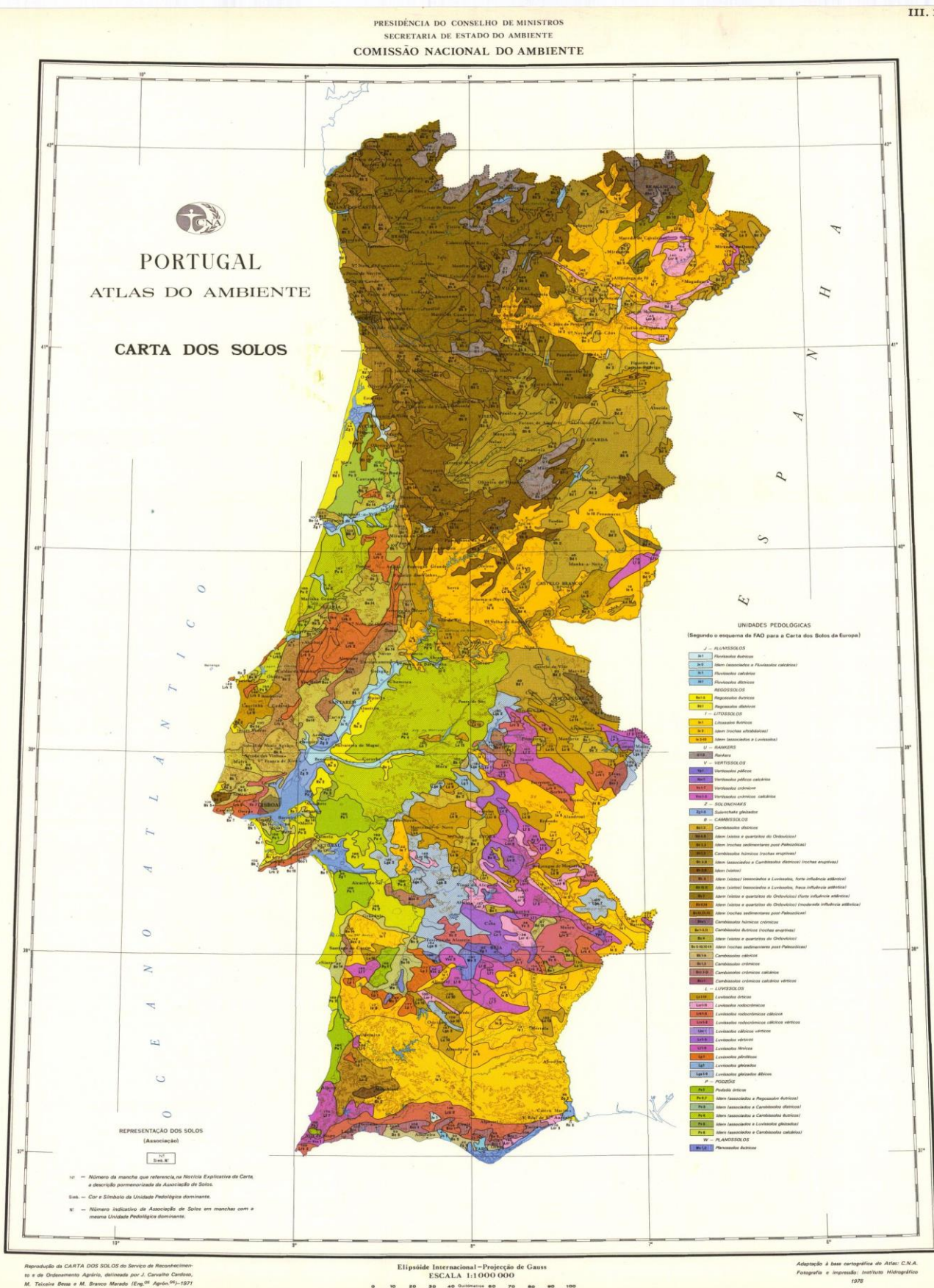
Anexo I – Carta de ocorrências mineiras em Portugal.



Anexo II – Planta topográfica da concessão C-105 e respetivos campos de exploração.



Anexo III – Carta dos solos.



Anexo IV – Ficha Técnica do caulino MIBAL.



CAULINO MIB - A

TIPO	HUMIDADE (%)	FORNECIMENTO
PRENSADO	32 ± 3	A Granel
GRANULADO	18 ± 2	A Granel, Big-Bags
SECO	<2	Big-Bags, Cisterna, Sacos de ±20 Kg

ANÁLISE QUÍMICA:

Elemento	%
SiO ₂	46.43
Al ₂ O ₃	35.66
Fe ₂ O ₃ TOTAL	1.02
CaO	0.04
MgO	0.12

Elemento	%
Na ₂ O	0.06
K ₂ O	1.22
TiO ₂	0.26
L.O.I	15.00

ANÁLISE MINERALÓGICA:

Caulinite	****
Quartz	**
Feldspato	*
Mica	*

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA: (Sedigraph 5100)

< 30 µm	99±3 %
< 10 µm	92±5 %
< 5 µm	81±5 %
< 2 µm	68±6 %

OUTRAS PROPRIEDADES:

CARACTERÍSTICAS/PROPRIEDADES	VALORES	MÉTODO
Brancura (1)	75 - 85	Dr. Lange Colorimeter
Densidade	2.4 - 2.7	ASTM D 1817 - 96
Absorção Óleo	31 - 45	ASTM D 281 - 95
pH	5 - 8	ISO 789/9 - 1981 (E)
Resíduo a 53 µm	< 0.3 %	ASTM D 4315 - 94

(1) Seco a 110°C

MÓDULO DE RUPTURA (Kgf/cm²)

12 ± 5 (Seco a 110 °C)

CONTRACÇÃO (%)

7 ± 2 (1180 °C)

ABSORÇÃO ÁGUA (%)

23 ± 3 (1180 °C)

REOLOGIA:

- Densidade da Suspensão: 1.5
- Viscosidade: 500 cP - % Silicato de Sódio (L60) = 0.6 % ± 0.3

Os dados apresentados nesta Ficha Técnica foram obtidos mediante a aplicação de procedimentos internos de análise e são meramente indicativos. A Mibal reserva-se no direito de, se necessário se mostrar, rever e/ou alterar os dados aqui apresentados em virtude de em causa estar um produto resultante de ocorrências naturais.